UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

Sede di Milano

Dottorato di ricerca in Studi Umanistici Tradizione e Contemporaneità

Ciclo XXXVIII

S.S.D. PEMM-01/B

LA REALTÀ VIRTUALE COME NUOVA FRONTIERA DELLO SHOPPING: UNO STUDIO PILOTA

Coordinatore:

Ch.mo Prof. Giuseppe D'Anna

Tesi di Dottorato di:

Federico Bionda

N. Matricola: 5214013

Anno Accademico 2024/2025

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Ministero dell'Università e della Ricerca

Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

Sede di Milano

Dottorato di ricerca in Studi Umanistici Tradizione e Contemporaneità

Ciclo XXXVIII

S.S.D. PEMM-01/B

Tesi di Dottorato di: Federico Bionda Relatore: Ch.mo Prof. Ruggero Eugeni

LA REALTÀ VIRTUALE COME NUOVA FRONTIERA DELLO SHOPPING: UNO STUDIO PILOTA

La presente tesi si propone di offrire una prospettiva integrata per comprendere il Metaverso in uno specifico ambito di indagine, quello delle pratiche di acquisto di beni di largo consumo. Il Metaverso è qui inteso non come un semplice insieme di tecnologie immersive, ma come un ecosistema mediale complesso, all'interno del quale si riorganizza in modo strutturale il rapporto tra soggetto, immagine e spazio. In tale contesto, l'immagine non opera più come superficie di rappresentazione, ma come ambiente esperibile, attraversabile e abitabile, trasformando il fruitore da spettatore a experiencer. La tesi si colloca all'intersezione tra media studies, psicologia dei sistemi immersivi e marketing, e si articola in quattro capitoli che seguono una progressione logica: dalla definizione teorica e mediologica del Metaverso, all'analisi dei suoi ambiti applicativi, alla mappatura delle piattaforme contemporanee, fino alla verifica empirica in un contesto sperimentale controllato.

Il primo capitolo definisce il framework teorico e mediologico di riferimento. Il Metaverso, inteso come una rete di mondi digitali tridimensionali persistenti e socialmente abitati, viene analizzato come esito di un processo di rimediazione, in continuità con la storia dei media digitali, e come ambiente che radicalizza dinamiche già presenti nel web contemporaneo. Particolare attenzione è dedicata ai processi di presence e co-presence, al ruolo dell'avatar e alla costruzione dell'esperienza incarnata, chiarendo in che modo l'interazione con ambienti tridimensionali modifichi le modalità di percezione, azione e relazione con gli altri e con l'ambiente digitale.

Il secondo capitolo amplia l'analisi agli ambiti applicativi del Metaverso, spaziando da contesti orientati alla persona (educazione, salute, sport) ai processi di monetizzazione

(gamification, gamblification e mercato dell'arte) e al ruolo strategico per i brand. In questa sezione si introduce una metalettura mediologica che assume cinema, musei e broadcasting non come ulteriori settori applicativi, ma come ambiti-limite per osservare le trasformazioni strutturali dell'esperienza audiovisiva introdotte dagli ambienti immersivi. L'analisi mostra come, in questi contesti, non sia in gioco una semplice innovazione formale, ma una riconfigurazione ricorrente dei dispositivi della cultura visuale: dissoluzione del frame, trasformazione dell'immagine in ambiente, collocazione del soggetto all'interno dello spazio dell'esperienza e ridefinizione delle forme di coinvolgimento affettivo. Tali trasformazioni forniscono una chiave interpretativa trasversale per comprendere le pratiche immersive nei differenti settori indagati.

Il terzo capitolo presenta una mappatura comparativa dei principali metaversi, distinguendo tra piattaforme centralizzate e decentralizzate. La mappatura restituisce una fotografia del fenomeno, evidenziandone potenzialità e criticità in termini di governance, modelli economici, interoperabilità e presenza dei brand. L'analisi mostra come l'evoluzione dell'ecosistema metaversale tenda progressivamente verso configurazioni ibride, superando una contrapposizione rigida tra modelli chiusi e aperti.

Il quarto capitolo, infine, è dedicato a uno studio sperimentale condotto in un contesto controllato, volto ad analizzare l'esperienza di shopping immersivo. In questa fase, la realtà virtuale viene utilizzata come dispositivo sperimentale, funzionale all'osservazione delle dinamiche percettive, cognitive ed emotive attivate dai sistemi immersivi. L'esperienza del consumatore viene analizzata attraverso un insieme di dimensioni costitutive della user experience, misurate mediante scale neuropsicologiche e psicometriche validate, consentendo una scomposizione analitica dei processi di coinvolgimento, carico cognitivo e risposta affettiva. Il confronto con la navigazione e-commerce tradizionale permette di mettere in luce potenzialità e limiti delle applicazioni immersive in ambito retail, offrendo un contributo originale alla ricerca di marketing sul consumo digitale sia sul piano teorico sia su quello progettuale.

Nel complesso, la tesi propone una lettura del Metaverso come ambiente mediale di consumo, in cui il valore dell'esperienza non risiede esclusivamente nella transazione, ma nella riorganizzazione del rapporto tra il fruitore e l'ambiente immersivo. Integrando una solida cornice mediologica con un'analisi empirica esplorativa, il lavoro offre una base critica per comprendere le potenzialità e le traiettorie di sviluppo delle esperienze immersive nel Metaverso contemporaneo e del prossimo futuro.

VIRTUAL REALITY AS A NEW FRONTIER OF SHOPPING: A PILOT STUDY

This thesis aims to provide an integrated perspective for understanding the Metaverse within a specific field of inquiry: the purchasing practices of fast-moving consumer goods (FMCG). The Metaverse is understood here not merely as a set of immersive technologies, but as a complex media ecosystem within which the relationship between the subject, image, and space is structurally reorganized. In this context, the image no longer operates as a surface of representation, but as an experienceable, navigable, and inhabitable environment, transforming the user from a spectator into an experiencer. The thesis is situated at the intersection of media studies, the psychology of immersive systems, and marketing, and is articulated in four chapters following a logical progression: from the theoretical and mediological definition of the Metaverse to the analysis of its application fields, the mapping of contemporary platforms, and finally, empirical verification within a controlled experimental context.

The first chapter defines the theoretical and mediological framework of reference. The Metaverse, understood as a network of persistent and socially inhabited three-dimensional digital worlds, is analysed as the outcome of a process of remediation, in continuity with the history of digital media, and as an environment that radicalizes dynamics already present on the contemporary web. Particular attention is dedicated to the processes of presence and co-presence, the role of the avatar, and the construction of the embodied experience, clarifying how interaction with three-dimensional environments modifies the modes of perception, action, and relationship with others and the digital environment.

The second chapter broadens the analysis to the application fields of the Metaverse, ranging from person-oriented contexts (education, health, sports) to monetization processes (gamification, gamblification, and the art market) and the strategic role for brands. In this section, a mediological meta-reading is introduced that assumes cinema, museums, and broadcasting not as additional application sectors, but as boundary-fields for observing the structural transformations of the audiovisual experience introduced by immersive environments. The analysis shows how, in these contexts, it is not a simple formal innovation at stake, but a recurring reconfiguration of the devices of visual culture: the dissolution of the frame, the transformation of the image into an environment, the placement of the subject within the space of the experience, and the redefinition of forms

of affective engagement. These transformations provide a cross-cutting interpretative key for understanding immersive practices in the different sectors investigated.

The third chapter presents a comparative mapping of the main metaverses, distinguishing between centralized and decentralized platforms. The mapping provides a snapshot of the phenomenon, highlighting its potential and critical issues in terms of governance, economic models, interoperability, and brand presence. The analysis shows how the evolution of the metaverse ecosystem progresses towards hybrid configurations, overcoming a rigid opposition between closed and open models.

The fourth chapter, finally, is dedicated to an experimental study conducted in a controlled context, aimed at analysing the immersive shopping experience. In this phase, virtual reality is used as an experimental device, functional for observing the perceptual, cognitive, and emotional dynamics activated by immersive systems. The consumer experience is analysed through a set of constitutive dimensions of user experience, measured by validated neuropsychological and psychometric scales, allowing for an analytical decomposition of engagement processes, cognitive load, and affective response. The comparison with traditional e-commerce navigation highlights the potential and limits of immersive applications in the retail sector, offering an original contribution to marketing research on digital consumption at both a theoretical and design level.

Overall, the thesis proposes an interpretative framework of the Metaverse as a media environment for consumption, in which the value of the experience lies not exclusively in the transaction, but in the reorganization of the relationship between the user and the immersive environment. By integrating a solid mediological framework with an exploratory empirical analysis, the work provides a critical basis for understanding the potential and development trajectories of immersive experiences in the contemporary and near-future Metaverse.

INDICE

CAPITOLO 1: Il Metaverso: prospettive teoriche e definizioni 3
1.1 Il Metaverso: dai prodromi agli attuali sviluppi 3
1.1.1 *Beyond the hype*: un framework teorico tecnico-mediologico del Metaverso 9
1.1.2 Le definizioni contemporanee 34
1.2 Le dimensioni Tecnologiche e Interattive del Metaverso 52
1.2.1 Virtual worlds, augmented reality, mirror worlds e lifelogging 52
1.2.2 Hardware, software, contenuti e interfacce utente 63
1.3 I due asset di funzionamento: Blockchain e NFT 75
1.3.1 Blockchain e decentralizzazione: la gestione di proprietà e sicurezza 76
1.3.2 NFT come asset digitali: valore, proprietà e scambi 83
1.4 Meccanismi e Dinamiche di interazione nel Metaverso 91
1.4.1 Il ruolo dell'avatar: dall'identità digitale alla personalizzazione 97
1.4.2 Dinamiche psico-sociali: presence ed embodied co-presence 110
1.4.3 Dimensioni cognitive ed emotive dell'esperienza immersiva 132

CAPITOLO 2: Il Metaverso e i suoi contesti applicativi 141
2.1 Le applicazioni in termini di Educazione, Salute e Sport 141
2.1.1 Educazione e formazione: Innovazioni nell'apprendimento immersivo 142
2.1.2 Salute e neuroriabilitazione: le terapie immersive 155
2.1.3 Metaverso e Sport 161
2.2 I trend di monetizzazione: Gamification, Gamblification e Arte 168
2.2.1 Il processo di gamification del Metaverso 168
2.2.2 La gamblification del Metaverso 186
2.2.3 Arte oltre l'arte: il mercato degli NFT 194
2.3 Metaverso e Marketing: un framework teorico 212
2.3.1 Costruire fiducia nel Metaverso: leve psicologiche e strategie per i brand 220
2.3.2 Esperienza immersiva e attenzione nel Metaverso: implicazioni per il marketing 227
2.4. Il Metaverso negli ambiti della cultura visuale 243
2.5. Sfide e limiti del Metaverso 258
2.6. I risultati della systematic review 262

CAPITOLO 3: La mappatura comparativa dei metaversi 264
3.1 Il framework di analisi della mappatura 264
3.2 I Metaversi Decentralizzati 273
3.2.1 Decentraland - Governance distribuita ed esperienze brandizzate 274

3.2.2 Mona - Spazio curatoriale e valore simbolico della land 281
3.2.3 The Sandbox - Presidio commerciale e visibilità strategica 286
3.2.4 The Nemesis - Esperienze co-progettate e narrazione immersiva 293
3.3 I Metaversi Centralizzati.....297
3.3.1 Roblox- Un ecosistema verticale a orientamento ludico..... 297
3.3.2 Spatial - Un Metaverso curatoriale tra cultura visiva e brand storytelling..... 303
3.3.3 VR Chat - Un Metaverso comunitario tra gioco, introspezione e culture-remix 309
3.3.4 Zepeto - Un ecosistema ibrido tra gioco, socialità e rappresentazione digitale 313
3.4. Oltre la dicotomia centralizzato/decentralizzato 318
3.5. Sintesi teorica dei risultati della mappatura comparativa.....324

CAPITOLO 4: Modello Sperimentale di Shopping Experience in VR 328
4.1 Il modello sperimentale 328
4.2 Scale di Misurazione e Ipotesi di Ricerca 341
4.2.1 Scale di misurazione comuni e specifiche per VR e SITO WEB 341
4.2.2 Le ipotesi di ricerca: le differenze previste fra le due condizioni 353
4.3 Costruzione dell'ambiente VR e del SITO WEB 358
4.3.1 I prodotti del supermercato e il loro sviluppo in Blender 359
4.3.2 Lo sviluppo dell'ambiente VR in Unity..... 368
4.3.3 Gli script C# per Unity e la creazione di una customer shopping experience 379
4.3.4 Lo sviluppo del Sito Web Wordpress..... 388
4.4 I risultati della ricerca 391
4.4.1 Il campione: statistiche descrittive e profilazione..... 392
4.4.2 Coerenza interna e validazione delle scale di misurazione dell'esperienza..... 398
4.4.3 Confronti inferenziali tra condizioni VR e SITO WEB..... 404
4.4.4 I modelli predittivi per soddisfazione, intenzione d'uso e di acquisto..... 416
4.5 Conclusioni, limiti e traiettorie di sviluppo di sistemi VR 428

ALLEGATI.....435
BIBLIOGRAFIA.....453

CAPITOLO 1: Il Metaverso: prospettive teoriche e definizioni

Il primo capitolo ha l'obiettivo di fornire le basi teoriche necessarie per comprendere il fenomeno del Metaverso, ricostruendone l'evoluzione e delineandone i principali ambiti di analisi. Saranno in primo luogo analizzati i prodromi e gli sviluppi attuali, con attenzione alle caratteristiche distintive e alle definizioni oggi più diffuse. Successivamente l'attenzione si sposterà sulle dimensioni tecnologiche e interattive, approfondendo i diversi ambienti digitali (virtual worlds, augmented reality, mirror worlds e lifelogging) e gli elementi infrastrutturali come hardware, software e interfacce utente. Una sezione specifica è dedicata agli asset di funzionamento, con particolare riferimento alla blockchain e agli NFT, strumenti che rendono possibile la gestione della proprietà e lo scambio di valore all'interno di questi ecosistemi digitali immersivi. Infine, saranno analizzati i meccanismi e le dinamiche di interazione, dal ruolo dell'avatar ai processi di personalizzazione, fino alle dimensioni psico-sociali, cognitive ed emotive che rendono l'esperienza immersiva peculiare rispetto ad altri contesti digitali. Questo quadro teorico non solo rappresenta la cornice concettuale di riferimento, ma costituisce anche la base per interpretare in maniera più consapevole le modalità di applicazione del Metaverso nei differenti ambiti analizzati nel capitolo 2.

1.1 Il Metaverso: dai prodromi agli attuali sviluppi

Il Metaverso può essere definito come un insieme di spazi virtuali interconnessi, persistenti e immersivi, progettati per favorire interazioni sociali, economiche e culturali in un ambiente digitale. Questo concetto, che ha attirato negli ultimi anni una particolare attenzione dei media, rappresenta un importante campo di investimento in termini di ricerca e sviluppo per le Big Tech Companies, fra tutte Facebook (ora Meta), che sta investendo risorse considerevoli nello sviluppo di un Metaverso proprietario, contribuendo a definire le sue potenzialità future e le applicazioni in ambiti differenti, dall'intrattenimento al lavoro collaborativo, fino alla creazione di economie virtuali innovative: un'evoluzione che, tuttavia, affonda le sue radici in una più lunga storia di sperimentazioni di sistemi immersivi, che ha origine nel XX secolo.

Un riferimento imprescindibile nella genealogia delle tecnologie immersive è rappresentato dal lavoro di Morton Heilig, che nel 1962 brevettò il *Sensorama* (Heilig, 1962), uno dei primi dispositivi progettato per offrire un'esperienza multisensoriale sintetica. Il *Sensorama* si presentava come una cabina individuale in grado di integrare immagini stereoscopiche, suono tridimensionale, vibrazioni, odori e correnti d'aria, anticipando

l'idea contemporanea secondo cui l'immersione non può essere ridotta alla sola componente visiva.

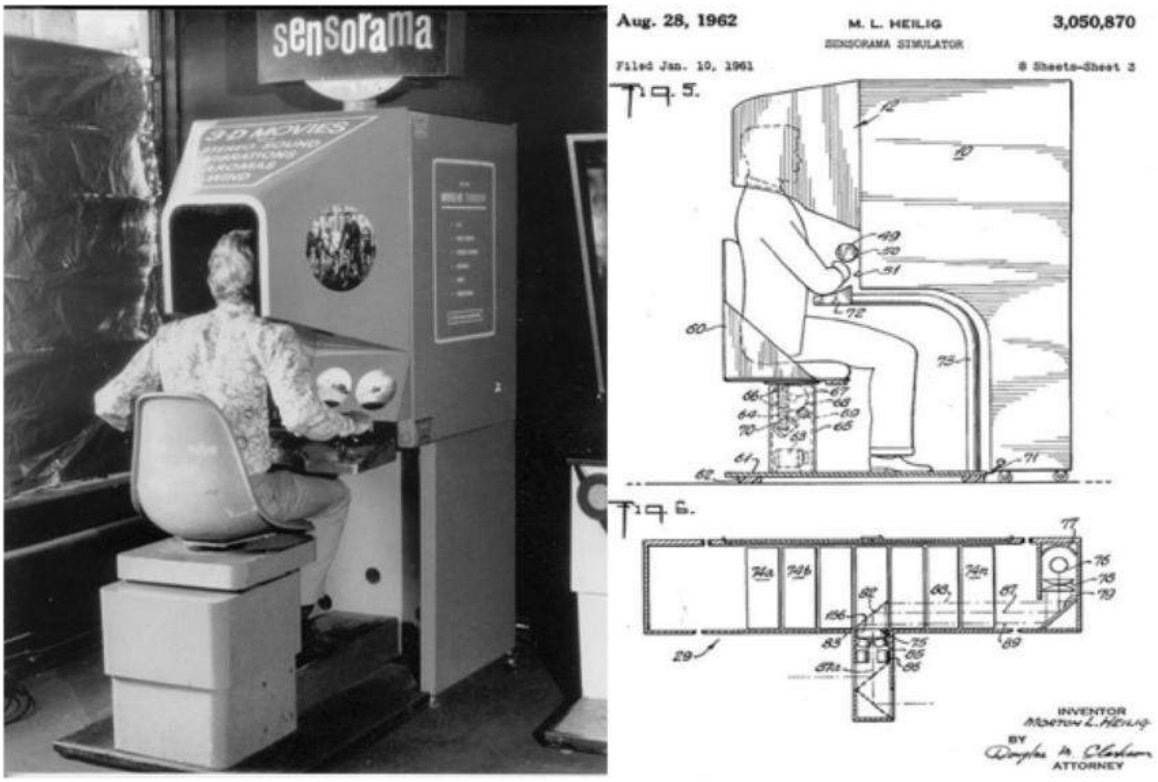


Figura 1.1: Il *Sensorama*, progettato e brevettato da Morton Heilig (Heilig, 1962), è uno dei primi esempi di simulatore multisensoriale nella storia delle tecnologie immersive. L'immagine mostra il dispositivo originale, a sinistra, e alcuni disegni tecnici tratti dal brevetto, a destra (US Patent No. 3050870).

Heilig (Heilig, 1962) sosteneva che la percezione di una realtà alternativa richiedesse il coinvolgimento simultaneo di più canali sensoriali, al fine di generare una forma embrionale di "presenza" (Barranco Merino et al., 2023) all'interno dell'ambiente simulato. Sebbene il progetto non abbia trovato applicazioni commerciali, esso rappresenta una tappa fondativa nello sviluppo delle interfacce immersive, poiché introduce il principio secondo cui è possibile costruire artificialmente ambienti percettivi complessi, capaci di evocare reazioni corporee e affettive paragonabili a quelle prodotte da situazioni reali. Questa intuizione costituisce una delle radici storiche dell'attuale ecosistema metaversale, che eredita, proprio dalle sperimentazioni di Heilig (Heilig, 1962), la ricerca di ambienti digitali in grado di simulare la ricchezza sensoriale e relazionale del mondo fisico (Maity et al., 2018; Syed & Shaheen, 2025).

Un secondo momento decisivo nella genealogia delle tecnologie immersive è rappresentato dal lavoro di Sutherland, considerato il padre concettuale della realtà virtuale moderna. Nel celebre articolo *The Ultimate Display*, l'autore descrive il display del computer come un "*looking glass into a mathematical Wonderland*" (Sutherland, 1965) , ovvero una finestra

capace di rendere percepibili fenomeni e regole non realizzabili nel mondo fisico. In questo testo Sutherland introduce l'idea che un sistema digitale possa costruire spazi simulati dotati di proprie leggi, anticipando così il concetto moderno di ambiente virtuale abitabile, ma che non rappresenta una mera copia del reale:

> "*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."*(Sutherland, 1965, p. 507).

Nell'idea di Sutherland, l'"Ultimate Display" è un ambiente in cui il computer non si limita a mostrare oggetti, ma ne determina l'esistenza e il comportamento fisico, fino a renderli tangibili per l'utente. Nello stesso periodo Sutherland sviluppò il primo visore della storia (Sutherland, 1968), soprannominato Sword of Damocles per la sua struttura sospesa al soffitto, integrando un display stereoscopico e un sistema meccanico di tracciamento della testa. Questo prototipo inaugurò una nuova concezione di presenza e interazione nello spazio simulato, ponendo le basi della realtà virtuale moderna.

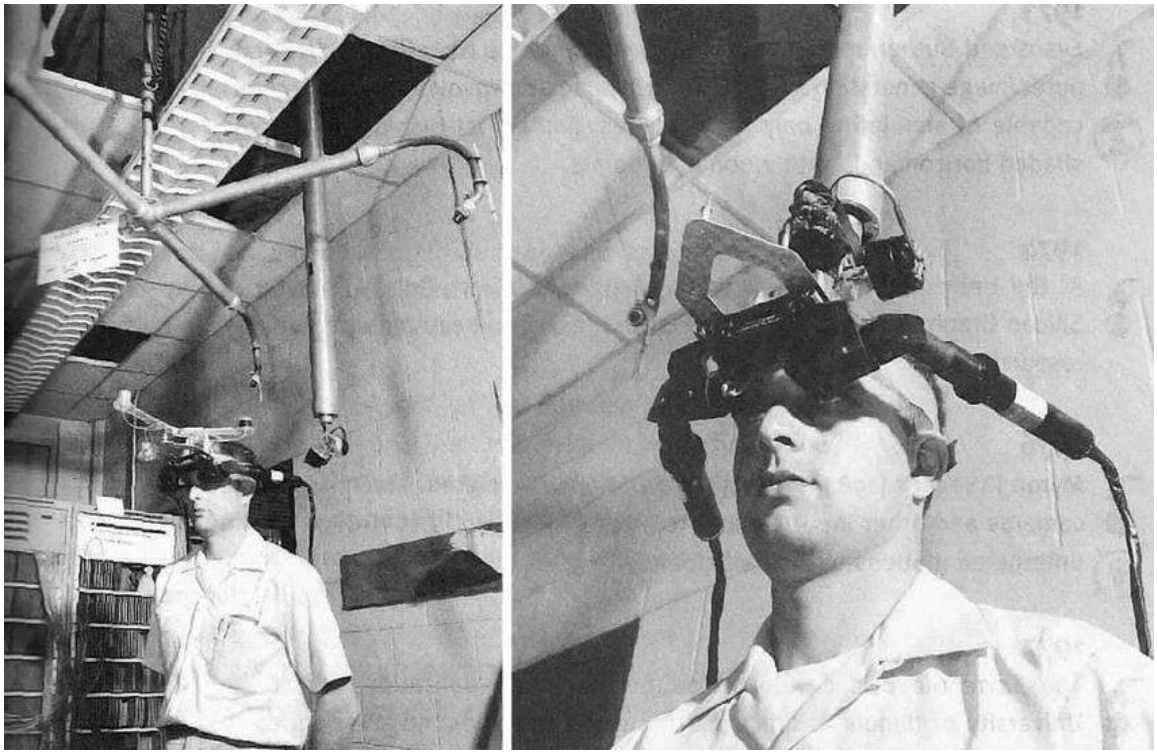


Figura 1.2: Il primo esempio di head-mounted display (HMD), noto come "Sword of Damocles". Il display era dotato di un braccio meccanico di controbilanciamento sospeso e utilizzava trasduttori ultrasonici per tracciare i movimenti della testa (Sutherland, 1968).

Questo prototipo, pur limitato dalla tecnologia dell'epoca, rappresentò un punto di svolta: per la prima volta, un dispositivo consentiva all'utente di modificare la propria prospettiva all'interno di un ambiente generato da un computer, inaugurando una nuova concezione di

presenza e interazione nello spazio simulato. L'eredità teorica e tecnica di Sutherland è fondamentale per comprendere le basi del Metaverso contemporaneo, poiché introduce il paradigma di un ambiente virtuale come spazio immersivo, dinamico e abitabile, in cui il movimento dell'utente e la percezione visiva cooperano per costruire un'esperienza di "realtà alternativa", generata computazionalmente, che di per sé non rappresenta una mera copia digitale del reale.

Negli anni Ottanta un ulteriore passo nella definizione delle tecnologie immersive venne compiuto da Jaron Lanier (Lanier & Biocca, 1992; Lanier, 2017), fondatore della società VPL Research, che contribuì in modo decisivo alla formalizzazione del concetto stesso di "Virtual Reality". Lanier sviluppò alcuni dei primi dispositivi indossabili destinati all'interazione in ambienti simulati, tra cui i *DataGlove* ed *EyePhone*, che resero possibile la manipolazione diretta di oggetti digitali attraverso il movimento corporeo, pur trattandosi di tecnologie ancora lontane dalla diffusione consumer attuale.

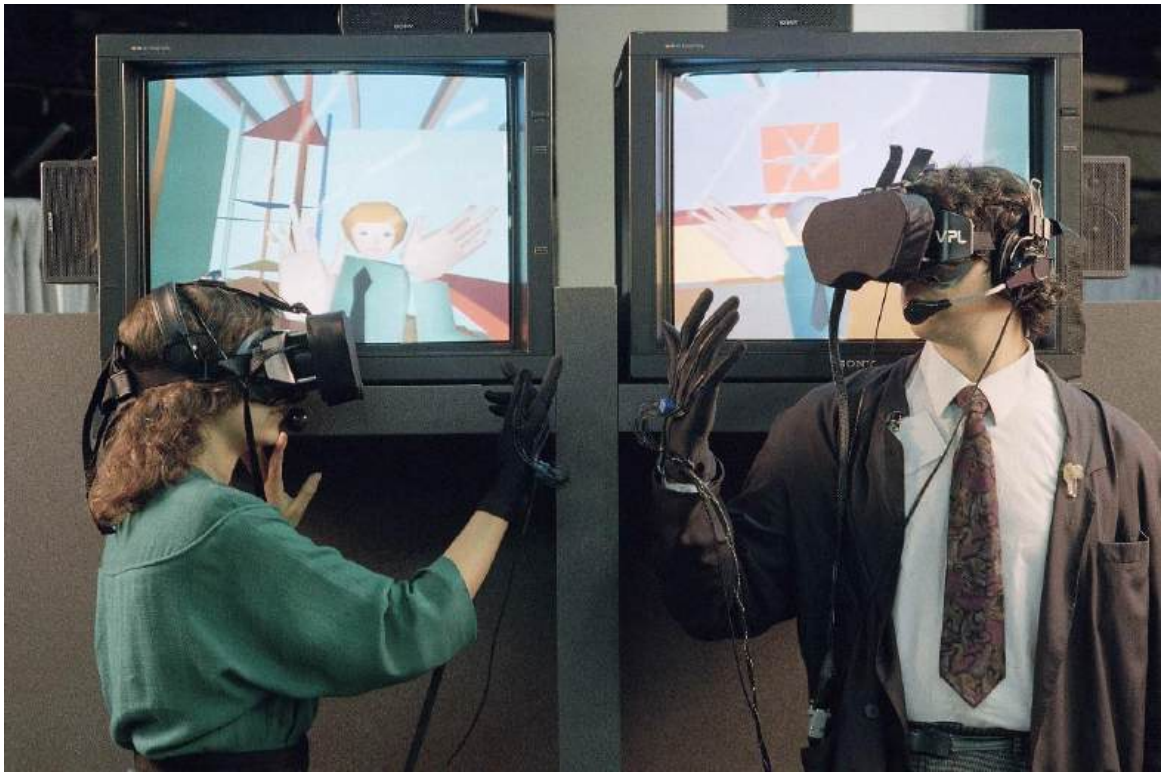


Figura 1.3: Dimostrazione dei sistemi di realtà virtuale sviluppati da VPL Research alla fine degli anni Ottanta. L'immagine mostra due utenti che indossano il visore *EyePhone* e i *DataGlove*, dispositivi creati sotto la guida di Jaron Lanier per consentire l'interazione gestuale e incarnata con ambienti digitali tridimensionali. Queste interfacce rappresentano uno dei primi esempi di VR headset, più vicini agli attuali visori diffusi in ambito consumer, definendo le basi concettuali e tecniche della realtà virtuale contemporanea (Lanier & Biocca, 1992).

Questi strumenti introdussero una nuova modalità di interazione fondata sull'embodiment (Kilteni et al., 2012), in cui il corpo dell'utente diventa l'interfaccia primaria per agire nello

spazio virtuale. L'approccio di Lanier non solo contribuì a dare al settore una terminologia condivisa, ma orientò la ricerca verso la costruzione di ambienti immersivi interattivi, segnando il passaggio dalla realtà virtuale come concetto teorico a tecnologia sperimentabile. La sua visione, centrata sull'importanza dell'azione incarnata e della rappresentazione digitale del sé, costituisce una premessa essenziale per comprendere lo sviluppo successivo dei metaversi odierni, poiché anticipa molti dei principi che ritroviamo nelle piattaforme metaversali contemporanee: agire in uno spazio simulato, assumere un'identità digitale, essere co-presenti con altri utenti e co-costruire ambienti condivisi (Mystakidis, 2022).

L'evoluzione delle tecnologie immersive tra gli anni Sessanta e gli anni Ottanta - dal Sensorama di Heilig, ai sistemi di visualizzazione di Sutherland, fino ai dispositivi indossabili sviluppati da Lanier - ha dunque definito il quadro tecnico e concettuale entro cui diventa possibile immaginare mondi digitali abitabili. Prima ancora di essere un fenomeno mediatico o commerciale, il Metaverso affonda le sue radici in questa lunga storia di sperimentazioni, che hanno introdotto i principi fondamentali dell'immersione, della presenza e dell'interazione incarnata. È all'interno di questo terreno tecnologico in rapido sviluppo che, negli anni Novanta, comincia a emergere anche una rappresentazione narrativa del Metaverso.

La prima discorsivizzazione narrativa del fenomeno è riconducibile al romanzo Snow Crash (Stephenson, 1992) in cui l'autore immaginava un ambiente virtuale condiviso, immersivo e persistente accessibile attraverso internet. Il romanzo di Stephenson ha offerto una prima visione futuristica, che ha ispirato anche lo sviluppo tecnologico odierno del Metaverso, ma è nel contesto delle tecnologie emergenti di inizio anni 2000 che si possono trovare i prodromi concreti di ciò che oggi chiamiamo "Metaverso".

L'esempio più significativo è *Second Life* (Kaplan & Haenlein, 2009; Richter & Richter, 2023), lanciato nel 2003 da Linden Lab. Questa piattaforma pionieristica introdusse un nuovo paradigma di interazione digitale, consentendo agli utenti di creare avatar personalizzati e immergersi in un mondo virtuale condiviso (Schultze & Leahy, 2009), ancor prima dei metaversi per come oggi li conosciamo, e dei primi visori pensati per il mondo consumer. In Second Life non solo era possibile interagire in tempo reale con altri partecipanti, ma anche contribuire attivamente alla costruzione di spazi ed esperienze.

Second Life non si è limitato a essere un semplice ambiente ludico, ma ha rappresentato un precursore del Metaverso odierno, aprendo nuovi scenari di riflessione sulle potenzialità economiche e sociali dei mondi virtuali, introducendo concetti innovativi come la proprietà

digitale, le economie virtuali e l'identità online. Queste tematiche si sono rivelate centrali per la definizione e lo sviluppo delle attuali piattaforme immersive, ponendo Second Life come vero trend setter in questo campo.

Il Metaverso non emerge così in modo improvviso o isolato (*"out of the blue"*), ma si costruisce su un background tecnologico ancora oggi oggetto di sviluppo e ricerca. Parallelamente alla crescente attenzione verso ambienti virtuali condivisi, tecnologie come la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR) hanno contribuito significativamente a plasmare l'hardware tecnologico che sostiene e supporta il Metaverso contemporaneo (Yu, 2022). I visori VR di prima generazione, come l'Oculus Rift, hanno rappresentato un passo fondamentale verso esperienze immersive, mentre giochi multiplayer online come *World of Warcraft* hanno dimostrato il potenziale di comunità interattive e spazi digitali condivisi (Steinkuehler & Williams, 2006).

Queste innovazioni hanno aperto la strada a una visione più integrata del Metaverso, in cui l'interconnessione tra utenti e contenuti è resa possibile da ecosistemi tecnologici sempre più avanzati. La convergenza con altre tecnologie emergenti, come la Blockchain (ed NFT) e l'intelligenza artificiale, ha ulteriormente arricchito questo scenario, offrendo strumenti per garantire l'interoperabilità delle piattaforme, la sicurezza delle transazioni e la personalizzazione degli spazi virtuali. Questo insieme di innovazioni ha creato un contesto digitale complesso e dinamico, in cui gli utenti non si limitano a partecipare, ma assumono un ruolo attivo nella costruzione e nella trasformazione di ambienti virtuali in continua evoluzione. In questo senso, il Metaverso può essere visto e interpretato come il risultato di una *"sinergia tecnologica"*, in cui lo sviluppo parallelo di hardware e piattaforme ha reso possibile la realizzazione di spazi virtuali sempre più immersivi, interattivi e personalizzabili (Ball, 2022). Questo percorso evolutivo dimostra come il Metaverso sia il frutto di ricerca e innovazione, in cui la tecnologia non è solo un mezzo, ma il vero motore del cambiamento.

Il Metaverso, per come oggi lo conosciamo, si configura quindi come un insieme di spazi virtuali interconnessi, che offrono agli utenti la possibilità di interagire tra loro e con contenuti digitali. Caratterizzato da una persistenza, indipendente dalla presenza degli utenti, da un'elevata interoperabilità tra piattaforme, e dalla capacità di generare esperienze immersive, il Metaverso rappresenta una frontiera tecnologica e culturale con potenzialità applicative in continua espansione, che spaziano dall'intrattenimento al commercio, dalla

formazione al lavoro collaborativo, delineando una natura profondamente interdisciplinare e un impatto trasformativo a livello sociale ed economico.

Tuttavia, accanto alle opportunità, emergono anche criticità significative che richiederanno una riflessione approfondita e saranno oggetto di discussione dell'elaborato. Temi quali l'accessibilità, le infrastrutture tecnologiche necessarie e le implicazioni etiche nella gestione di ambienti virtuali persistenti rappresentano infatti sfide fondamentali (Y. Wang et al., 2022). Altre problematiche, come la sostenibilità delle infrastrutture, la protezione dei dati personali e l'inclusività, pongono inoltre interrogativi cruciali per lo sviluppo futuro di questi spazi. In questa sede, si analizzeranno criticamente le opportunità e le sfide del Metaverso, superando il clamore mediatico ("beyond the hype") (Dwivedi et al., 2022), per definire e comprendere questo "universo tecnologico", tramite una duplice prospettiva: una tecnica e una di tipo mediologico.

1.1.1 *Beyond the hype*: un framework teorico tecnico-mediologico del Metaverso

Il termine "Metaverso" deriva dall'unione del prefisso greco "meta", che significa "oltre", e dal sostantivo inglese "universe", ossia mondo, sottintendendo l'idea di un universo al di là della realtà fisica conosciuta. Nella concezione di Stephenson (Stephenson, 1992), il termine rappresentava inizialmente il concetto immaginario di un unico mondo virtuale. Oggi, questa idea si è evoluta in una pluralità di ecosistemi virtuali che offrono esperienze e applicazioni diversificate. Più che parlare di un singolo Metaverso, è quindi oggi necessario considerare l'esistenza di molteplici metaversi, ossia di molteplici spazi, ciascuno caratterizzato da dinamiche, tecnologie e finalità specifiche, ma potenzialmente interconnessi fra loro (Buchholz et al., 2022). Se Second Life ha rappresentato, come visto, un precursore delle esperienze virtuali, offrendo agli utenti la possibilità di creare avatar personalizzati, costruire spazi virtuali e interagire con altri partecipanti, il suo modello era tuttavia basato su dinamiche centralizzate, con una gestione che limitava l'interoperabilità e l'integrazione con altri ecosistemi. Sebbene innovativo per il suo tempo, il concetto stesso di Metaverso ha oggi subito delle importanti modifiche.

La definizione contemporanea di Metaverso trova una delle prime formalizzazioni nel lavoro di Dionisio (Dionisio et al., 2013). Gli autori propongono innanzitutto una distinzione semantica essenziale: il termine "Metaverso", inteso come *"universo oltre il mondo fisico"* (Dionisio et al., 2013, p. 34:6) si riferisce specificamente a un ambiente digitale tridimensionale immersivo, progettato per ospitare interazioni socioculturali complesse e prolungate nel tempo. La tridimensionalità non è un semplice aspetto grafico,

ma una condizione strutturale (anche se non implica la presenza di sistemi virtuali in senso stretto (Ball, 2022)), che consente agli utenti di percepirsi e agire come presenze incarnate (Slater, 2003; Kilteni et al., 2012) all'interno di uno spazio simulato.

Ciò che distingue il contributo di Dionisio è la proposta di una vera e propria progressione cosmologica, utile per comprendere l'evoluzione storica e tecnica degli ambienti digitali (Dionisio et al., 2013, p. 34:8). Gli autori individuano tre livelli:

- il *MetaWorld*, ossia il singolo mondo virtuale, isolato e autosufficiente, analogo a un "pianeta" digitale (come Second Life);
- la *MetaGalaxy*, un insieme di mondi collegati tra loro e percepiti come parte di un medesimo dominio, spesso tramite sistemi di teletrasporto interno o hub condivisi;
- il *Metaverse*, il livello più avanzato, concepito come una rete estesa di MetaGalaxies e MetaWorlds interconnessi attraverso protocolli standardizzati, capaci di garantire coerenza, continuità e interoperabilità dell'esperienza.

Questa visione sposta l'attenzione dal singolo ambiente - come storicamente accadeva con i virtual worlds degli anni Novanta e Duemila, quali ad esempio *Habbo Hotel* in cui gli utenti potevano creare avatar stilizzati, arredare stanze (tramite acquisto in valuta proprietaria), partecipare a comunità tematiche e interagire in spazi predefiniti, ma senza possibilità di trasferire identità, oggetti acquistati o attività al di fuori dell'ecosistema proprietario (Mäntymäki & Salo, 2013) - a una rete integrata di spazi 3D, configurata come un vero e proprio contesto parallelo, a quello reale, per l'interazione umana.

Il passaggio da mondi virtuali indipendenti, ma isolati fra loro, a un Metaverso propriamente inteso dipende inoltre dallo sviluppo congiunto di quattro caratteristiche che definiscono la maturità del sistema (Dionisio et al., 2013).

- La prima è il *realismo immersivo*, che non riguarda esclusivamente la qualità grafica, ma concerne la capacità di generare un coinvolgimento psicologico credibile attraverso stimoli multisensoriali: immagini stereoscopiche, audio spaziale, sistemi aptici e una rappresentazione espressiva degli avatar in grado di ridurre l'effetto *"uncanny valley"* (Mori et al., 2012). Il Metaverso, per essere tale, deve sostenere un livello di immersione sufficiente a far percepire all'utente un senso di presenza nel mondo simulato (Slater, 2003).
- La seconda caratteristica è l'*ubiquità*, concetto che gli autori (Dionisio et al., 2013) articolano su due piani. Da un lato, l'accessibilità del Metaverso deve essere garantita attraverso una molteplicità di dispositivi - dai computer agli smartphone -

rendendo l'esperienza disponibile in qualsiasi momento e luogo. Dall'altro, l'identità digitale dell'utente deve mantenere continuità e coerenza durante gli spostamenti all'interno dell'ecosistema virtuale, evitando frammentazioni tra piattaforme. L'utente deve quindi poter godere di un'identità unica e persistente, indipendente dal luogo digitale in cui si trova.

- La terza è l'*interoperabilità*, considerata dagli autori una condizione imprescindibile per superare la logica dei mondi chiusi. Perché possa esistere un Metaverso, sono necessari standard condivisi che permettano agli utenti di trasferire asset digitali (avatar, oggetti, proprietà) e di muoversi senza soluzione di continuità tra spazi differenti: aspetto non ancora pienamente realizzato allo stato attuale (Yang et al., 2025).
- L'ultima, infine, è la *scalabilità*, ossia la capacità delle infrastrutture server di sostenere un numero elevatissimo di utenti simultanei e una crescente complessità delle scene virtuali, integrando un numero potenzialmente illimitato di oggetti, ambienti e interazioni. Gli autori (Dionisio et al., 2013) sottolineano come la scalabilità rappresenti appunto una condizione infrastrutturale essenziale per immaginare un mondo digitale popolato da milioni di utenti compresenti, senza comprometterne l'efficienza né la qualità dell'esperienza (H. Huang et al., 2024).

A questa prima formalizzazione tecnico-infrastrutturale si affianca la più recente tassonomia proposta da Park e Kim (S. M. Park & Kim, 2022), che contribuisce a ridefinire il concetto di Metaverso superando la visione 'piattaformocentrica' ereditata da Second Life. Se il modello di Dionisio chiarisce che cosa deve possedere un ambiente per essere definito "Metaverso", il contributo di (S. M. Park & Kim, 2022) si concentra invece su come tali ambienti operino, illustrando le condizioni sociotecniche che ne sostengono la crescita e l'adozione su larga scala. Gli autori partono da un presupposto sociologico cruciale: la distinzione tra l'identità online (online ego) e il sé offline è ormai sfumata, rendendo il Metaverso non più uno spazio di evasione, ma di estensione della vita reale (si veda in tal senso il concetto di sensorio digitale analizzato da (Montani, 2020). Questa estensione del sé reale nel sé digitale e del Metaverso come nuovo spazio esperienziale risulta possibile grazie ad alcune componenti costitutive ed approcci.

Il primo asse, ossia le *componenti costitutive*, concerne l'Hardware (dai visori HMD ai sensori aptici per l'input fisico), il Software (focalizzato non solo sul rendering grafico ma sul riconoscimento multimodale delle intenzioni utente) e i Contenuti (definiti non come

semplici asset statici, ma come sistemi dinamici di generazione di scenari e modellazione di persona per agenti intelligenti). Il secondo asse definisce gli *approcci*, delineando come queste componenti (hardware, software e contenuti) vengono attivate attraverso l'interazione utente, che diviene 'embodied' (Zhipu, 2023) e multimodale, le tecniche di implementazione (basate su intelligenza artificiale e apprendimento continuo) e le applicazioni finali nei diversi domini sociali e industriali. Questa architettura rivela la natura del Metaverso contemporaneo come un ecosistema sostenuto da un 'ciclo virtuoso' (*virtuous cycle ecosystem* (S. M. Park & Kim, 2022)), in cui l'aumento dell'interazione sociale e della produzione di contenuti generati dagli utenti alimenta direttamente l'economia della piattaforma. In tale contesto, le valute virtuali e le tecnologie blockchain (che saranno analizzate nella sezione 1.3) fungono da 'ponti economici' strutturali, garantendo la sostenibilità e la persistenza dei Metaversi odierni, intesi non semplicemente come una nuova tecnologia, ma come nuovi universi digitali in cui si strutturano esperienze di interazione, condivisione e scambio economico.

Un contributo decisivo alla definizione contemporanea di Metaverso è offerto tuttavia, nello stesso anno, da Matthew Ball nel volume "*The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything"* (Ball, 2022), considerata una delle sistematizzazioni più autorevoli nel dibattito internazionale. L'approccio di Ball è eminentemente infrastrutturale: egli interpreta il Metaverso non come un prodotto, una piattaforma o un ambiente immersivo circoscritto, ma come una trasformazione sistemica dell'infrastruttura digitale, paragonabile - per estensione e portata - all'avvento del World Wide Web. Tale concettualizzazione si fonda sull'idea che il Metaverso configuri un nuovo paradigma computazionale, un *successor state* dell'internet mobile (Ball, 2022, p. 57), caratterizzato da reti, protocolli e servizi profondamente ripensati rispetto all'attuale architettura del Web per come oggi lo conosciamo (e viviamo).

Per evitare semplificazioni che riducano il Metaverso a un singolo mondo virtuale o a un'evoluzione del gaming, Ball formula una definizione rigorosa che individua le condizioni necessarie affinché un sistema digitale possa qualificarsi come Metaverso:

> *"A massively scaled and interoperable network of real-time rendered 3D virtual worlds that can be experienced synchronously and persistently by an effectively unlimited number of users with an individual sense of presence, and with continuity of data, such as identity, history, entitlements, objects, communications, and payments."* (Ball, 2022, p. 29)

Questa definizione, divenuta un riferimento internazionale, consente di evidenziare con precisione i principi strutturali che distinguono il Metaverso da qualunque forma precedente di ambiente digitale.

- In primo luogo, la *scalabilità massiva* indica la capacità del sistema di sostenere un numero potenzialmente illimitato di utenti simultanei, distribuiti geograficamente e connessi attraverso reti eterogenee. Ciò richiede una revisione radicale delle attuali infrastrutture di rete, poiché i sistemi odierni - dai server dedicati dei videogiochi alle piattaforme social - non sono ancora pienamente progettati per garantire la compresenza in tempo reale di milioni di partecipanti all'interno di uno spazio computazionale unificato. La scalabilità non riguarda soltanto la capacità di calcolo, ma l'intera filiera di trasmissione dei dati, dai protocolli di rete agli algoritmi di sincronizzazione, fino ai sistemi di streaming grafico.
- La *sincronicità*, strettamente connessa al principio di scalabilità, richiede inoltre che le azioni dei partecipanti siano percepite in tempo reale da tutti gli altri utenti, senza ritardi significativi né discrepanze nello stato del mondo virtuale. Si tratta di una proprietà che differenzia in modo sostanziale il Metaverso dall'attuale architettura del web, caratterizzata prevalentemente (anche se non in modo esclusivo) da modalità asincrone di fruizione e interazione. Nei sistemi digitali contemporanei, infatti, la produzione di un contenuto, la sua distribuzione e la sua visualizzazione da parte del pubblico costituiscono spesso, anche se non sempre, fasi temporalmente separate, spesso non simultanee, e mediabili da algoritmi di selezione e ritardo da parte delle piattaforme. Nel Metaverso, al contrario, l'esperienza si configura come simultanea e condivisa: l'ambiente computazionale è concepito come uno spazio che si aggiorna costantemente in risposta alle azioni dei singoli utenti, garantendo a ciascuno una percezione coerente e contestuale degli eventi. La sincronicità, pertanto, avvicina il Metaverso più alle logiche delle simulazioni computazionali in tempo reale che non alle architetture web convenzionali. Essa comporta la necessità di un'elaborazione continua, distribuita e coordinata dello stato del mondo virtuale, superando la latenza e la discontinuità tipiche delle piattaforme social e dei servizi digitali oggi diffusi.
- La *persistenza* distingue ulteriormente il Metaverso dal web per come oggi lo conosciamo e fruiamo. In un mondo persistente, lo stato dell'ambiente non viene "azzerato" al termine di una sessione, ma evolve continuamente, anche in assenza dell'utente. Le trasformazioni apportate dagli individui devono permanere,

analogamente a quanto accade negli ambienti fisici. Questa proprietà richiede un sistema di aggiornamento continuo, in cui le modifiche agli oggetti vengono salvate e mantenute nel tempo attraverso database distribuiti, e rese immediatamente visibili a tutti gli utenti mediante processi di sincronizzazione in tempo reale.

- La *presenza individuale* - ciò che Ball definisce *sense of presence* - rimanda invece alla percezione soggettiva di "abitare" lo spazio virtuale. Non si tratta di una semplice rappresentazione avatariale (o necessariamente virtuale), ma della possibilità di percepire e comunicare intenzioni, gesti, emozioni, posture, in una forma che approssima l'interazione in presenza (Kocur et al., 2025). Il Metaverso, in questa prospettiva, non è un ambiente osservato dall'esterno, ma uno spazio vissuto dall'interno, con implicazioni che investono la fenomenologia dell'interazione e percezione (Merleau-Ponty et al., 2013), la costruzione dell'identità digitale e i paradigmi della comunicazione embodied (Kilteni et al., 2012; Zhipu, 2023).
- La *continuità dei dati* rappresenta un ulteriore pilastro della definizione fornita dall'autore. Identità, oggetti, diritti digitali, cronologie di interazione e beni acquisiti devono poter seguire l'utente all'interno dei diversi spazi del Metaverso. Questa continuità implica l'esistenza di un sistema di identificazione stabile, interoperabile e persistente, oltre alla possibilità di trasferire valore economico e diritti d'uso attraverso mondi virtuali differenti.
- Infine, l'*interoperabilità* costituisce, per Ball, il principio distintivo che permette di superare la frammentazione tipica dei mondi virtuali del passato. L'interoperabilità richiede la definizione di standard condivisi per modelli 3D, asset digitali, sistemi di pagamento, protocolli di rete e linguaggi di programmazione, analogamente a quanto avvenuto per l'evoluzione del web attraverso HTML, TCP/IP o JPEG. In assenza di interoperabilità, osserva Ball, non può emergere un Metaverso, ma soltanto una molteplicità di ambienti chiusi, isolati e non comunicanti.

Definiti i pilastri strutturali, diventa essenziale sfatare due 'falsi miti' radicati nella narrazione mediatica, chiarendo come il Metaverso non sia sinonimo di Realtà Virtuale (VR) né vada confuso con le tecnologie del Web3. In primo luogo nessuno dei requisiti strutturali appena descritti implica, di per sé, l'obbligo di utilizzare dispositivi VR:

> *"...no part of the Metaverse requires an immersive virtual reality or VR headset. These may eventually be the most popular way to experience the Metaverse, but immersive virtual reality is just one way to access it. Arguing that immersive VR is*

> *a requirement for the Metaverse is similar to arguing that the mobile internet can only be accessed via apps, thereby excluding mobile browsers. In truth, we don't even need a screen to access mobile data networks and mobile content, as is often the case with vehicular tracking devices, select headphones, and countless machine-to-machine and internet of things (IoT) devices and sensors."* (Ball, 2022, p. 35)

Questo passaggio consente di delineare una distinzione concettuale cruciale: il livello infrastrutturale del Metaverso (la rete interoperabile di mondi 3D, sincroni e persistenti) non coincide con il livello esperienziale attraverso cui gli utenti vi accedono. La VR rappresenta soltanto *una possibile interfaccia*, non la condizione ontologica del sistema. In altri termini, il Metaverso non è definito dal tipo di dispositivo, ma dalla struttura computazionale che lo rende possibile.

La puntualizzazione di Ball permette dunque di evitare una riduzione tecnicista del concetto: il Metaverso non è una "tecnologia" né una "piattaforma immersiva", bensì un ecosistema di continuità, presenza e interoperabilità, accessibile tramite molteplici modalità sensoriali e dispositivi - inclusi quelli non visuali o non pensati per l'intrattenimento. Questa distinzione teorica apre la strada a una comprensione più ampia del fenomeno e, soprattutto, alla possibilità di analizzarlo come infrastruttura socio-tecnica trasversale, e non come semplice estensione della realtà virtuale vista precedentemente (Sutherland, 1968; Lanier & Biocca, 1992).

Parallelamente, Ball affronta un ulteriore 'falso mito', ossia la tendenza, nel discorso pubblico, a sovrapporre il Metaverso al paradigma del Web 3.0. Quest'ultimo designa infatti un diverso modello di organizzazione dell'ecosistema digitale, fondato su tecnologie decentralizzate, blockchain, smart contracts e sistemi di governance distribuita (si veda sezione 1.3), con l'obiettivo di attribuire agli utenti un maggiore controllo su dati, identità e asset digitali. La sovrapposizione tra i due concetti nasce dal fatto che alcune tecnologie associate al Web 3.0 - in particolare blockchain e tokenizzazione - possono effettivamente sostenere componenti economiche del Metaverso, come la gestione dei diritti digitali o la circolazione di beni virtuali (H. Huang et al., 2024). Tuttavia, Ball sottolinea come le definizioni dei due fenomeni restino indipendenti. Il Metaverso richiede infatti tre condizioni computazionali fondamentali: tridimensionalità, tempo reale e sincronicità tra gli utenti. Il Web3, al contrario, non implica necessariamente ambienti 3D né esperienze sincrone; può esistere in forma puramente transazionale o finanziaria, come nel caso delle applicazioni DeFi. Come osserva l'autore:

> *"The Metaverse and Web3 may nevertheless arise in tandem. Large technological transitions often lead to societal change because they typically provide a greater voice to individual consumers and enable new companies (and thus individual leaders) to emerge-many of which tap into widespread dissatisfaction with the present to pioneer a different future. It's also true that many companies focused on the Metaverse opportunity today-especially insurgent tech/media start-ups-are building their companies around blockchain technology. As such, the success of these companies would likely lead to a rise in blockchain technology, too"* (Ball, 2022, p. 58)

Il punto di contatto tra i due fenomeni non è dunque concettuale, bensì infrastrutturale: la blockchain può fungere da supporto per la certificazione della proprietà digitale, per la portabilità degli asset e per la costruzione di economie native. Si tratta, tuttavia, di una possibilità e non di un requisito strutturale; il Metaverso può svilupparsi in forme interamente centralizzate (come nel caso degli ambienti proposti da Meta) come decentralizzate (come in Decentraland: si veda in tal senso la mappatura effettuata nel capitolo 3 e il superamento della dicotomia centralizzato vs. decentralizzato). Questa distinzione consente di comprendere il Metaverso come un processo evolutivo che richiede investimenti coordinati su infrastrutture, standard e modelli di governance e che è destinato a incidere su un numero crescente di settori - dall'istruzione all'industria, dalla creatività ai servizi. Le sfide che emergono non sono unicamente tecniche, ma coinvolgono aspetti giuridici, economici e socio-politici.

L'impianto teorico delineato da Ball, integra e approfondisce le prime teorizzazioni di Dioniso e la tassonomia di Park e Kim, fornendo una definizione macro-strutturale del Metaverso, chiarendo cosa esso è (una rete computazionale tridimensionale, sincrona e persistente) e cosa non è (né un dispositivo di accesso immersivo, né il paradigma decentralizzato del Web3). Per integrare il livello strutturale, finora delineato, con una dimensione funzionale, si analizzeranno cinque key features ricorrenti nella letteratura (in parte già analizzate dagli autori visti in precedenza) - persistenza, immersività, socialità, decentralizzazione e interoperabilità, per comprendere come esse possano meglio orientarci alla comprensione dei Metaversi odierni.

Il concetto di *persistenza* si riferisce alla capacità di un ambiente digitale di continuare a esistere in modo autonomo, mantenendo traccia delle interazioni e dei cambiamenti apportati dagli utenti, indipendentemente dalla loro presenza attiva (Dwivedi et al., 2022,

p. 15;24; J. Kim, 2021). Nel Metaverso, questa caratteristica implica che le attività svolte dagli utenti e le modifiche da loro effettuate rimangono registrate e accessibili in tempo reale in qualsiasi momento, creando una dimensione di continuità simile a quella del mondo fisico. Ad esempio, se in una piattaforma come Decentraland si costruisse una casa o si piantasse un albero su un terreno virtuale, questi rimarrebbero lì anche quando l'utente è disconnesso. Altri utenti potranno visitare la casa, osservare il giardino o persino interagire con ciò che il primo utente ha creato. Il contributo al mondo virtuale è quindi permanente e parte di un ambiente condiviso che può anche essere modificato dagli altri utenti[1].
Questa caratteristica differenzia il Metaverso dai social network tradizionali (si pensi ad Instagram o TikTok), che non possono essere considerati persistenti in senso stretto. Su Instagram, ad esempio, si può pubblicare una foto di una casa o di un giardino, ma questa rimane un contenuto statico. Altri utenti possono visualizzare l'immagine, mettere un like o lasciare un commento, ma non possono "entrare" nella casa o interagire fisicamente con il giardino. Inoltre, le interazioni su Instagram non creano o modificano un ambiente condiviso, ma si limitano a un flusso di contenuti che dipende interamente dall'attività degli utenti per essere aggiornato e mantenuto. Nel Metaverso, invece, l'ambiente digitale non si *"spegne"* quando gli utenti sono inattivi. Se, ad esempio, si organizzasse un concerto virtuale in uno spazio creato e controllato da un singolo utente, il palco, gli oggetti e le configurazioni rimarranno intatti anche dopo la fine dell'evento, a meno che l'utente non conceda ad altri il permesso di apportare modifiche. Altri utenti potranno tornare e visitare lo spazio così com'è stato lasciato, oppure, se autorizzati, utilizzarlo per nuove attività. La persistenza rende quindi il Metaverso un ambiente stabile, in cui ogni azione, o modifica approvata, lascia un'impronta permanente e contribuisce a plasmare un mondo collettivo che evolve nel tempo. Questo aspetto definisce il Metaverso come un ecosistema capace di creare esperienze durature e interazioni più profonde rispetto alle piattaforme social tradizionali e al web per come oggi lo conosciamo.

L'*immersività* rappresenta un'altra caratteristica fondamentale del Metaverso, ossia la capacità di coinvolgere gli utenti in un'esperienza che supera la semplice interazione visiva (Al-Ghaili et al., 2022). Attraverso l'uso di tecnologie avanzate come la realtà virtuale (VR)

[1] L'esempio relativo all'albero e alla necessità, nei mondi virtuali, di decidere attivamente se conservare, rappresentare e condividere le modifiche (come l'abbattimento di un oggetto) è tratto dalla discussione di Ball sulla persistenza dei mondi virtuali: "*If you cut down a physical tree, it is gone […] With a virtual tree, your device and the server which manages it must actively decide whether to retain this information, render it, and share it with others"* (Ball, 2022, p. 45)

e la realtà aumentata (AR), viene creato un senso di presenza fisica in uno spazio digitale (Slater, 2003), in cui ogni elemento è progettato per stimolare i sensi e favorire l'interazione (aspetto che verrà approfondito nella sezione 1.4.2 in riferimento alla presence e co-presence). Questa immersione è resa possibile da specifiche affordances tecnologiche - come l'embodiment (il senso di incarnazione) e la sense-ability (la capacità sensoriale) - che permettono all'utente non solo di osservare, ma di "navigare" e interagire fisicamente con l'ambiente simulato (Dincelli & Yayla, 2022). In un contesto educativo VR, ad esempio, è possibile partecipare a una lezione in un ambiente digitale tridimensionale, in cui l'interazione con modelli o simulazioni consente un apprendimento potenzialmente più coinvolgente rispetto a una più classica lezione frontale (Yu, 2022; Al-Adwan & Al-Debei, 2024). In ambito formativo, si possono altresì realizzare simulazioni di scenari lavorativi complessi (interventi chirurgici, simulazioni di emergenza e altri), offrendo agli utenti un'esperienza pratica, realistica e difficilmente replicabile nella realtà, controllando al tempo stesso tutte le possibili variabili oggetto dell'esperienza stessa.
L'immersività non solo aumenta il livello di engagement degli utenti, coinvolgendo differenti sensi (dalla vista e udito, al tatto e propriocezione), ma influisce anche sulla percezione e sul comportamento, creando esperienze differenti rispetto al web 2.0 per come oggi è fruito, tramite la bidimensionalità di uno schermo.

La socialità costituisce un altro pillar del Metaverso, configurandolo come uno spazio di scambi interpersonali e connessioni. A differenza delle tradizionali piattaforme di social networking, in cui le modalità di interazione sono mediate da *schemi precodificati* e *standardizzati* (quali commenti, reactions e repost), il Metaverso arricchisce le modalità di interazione. Quest'ultimo favorisce infatti la formazione di comunità virtuali interattive e interconnesse, in cui gli utenti non solo comunicano, ma collaborano attivamente alla creazione e condivisione di contenuti, spazi ed esperienze (Dwivedi et al., 2022, p. 5). Questa capacità di abbattere le barriere geografiche e culturali, combinata con la possibilità di condividere esperienze in tempo reale, trasforma il Metaverso in un ambiente altamente dinamico, applicandosi alla dimensione della socialità tanto nella sfera personale quanto in quella lavorativa, potenzialmente in un unico luogo: dal proprio ufficio nel Metaverso a luoghi di aggregazione con i propri amici, sempre nello stesso "mondo".

La decentralizzazione si riferisce invece al modello organizzativo su cui dovrebbe operare il Metaverso, in cui il controllo e la gestione di un sistema non sono centralizzati in un'unica

entità, ma distribuiti tra molteplici partecipanti. Ciò significa che le decisioni relative allo sviluppo, alla gestione e alla governance degli spazi virtuali non dipendono esclusivamente da un'unica azienda o autorità centrale, ma vengono condivise tra gli utenti stessi, attraverso tecnologie quali la blockchain. Questo approccio - reso possibile dalla transizione dai sistemi centralizzati ai sistemi distribuiti e peer-to-peer (Karaarslan & Yazici Yilmaz, 2023a) - consente agli utenti di possedere direttamente i propri asset digitali (NFT e token), partecipare ai processi decisionali tramite smart contracts e modelli di voto partecipativo, e mantenere un maggiore controllo sui propri dati. Questo modello favorisce autonomia, sicurezza e trasparenza (Mystakidis, 2022), riducendo il rischio di concentrazione del potere nelle mani di poche grandi aziende tecnologiche, e promuovendo la creazione di ecosistemi digitali più equi e sostenibili. La decentralizzazione, dunque, non è solo una scelta tecnica, ma un approccio che ridefinisce il modo in cui vengono distribuiti potere e risorse nel Metaverso, garantendo agli utenti un ruolo attivo e partecipativo nella sua gestione (Goldberg & Schär, 2023; Karaarslan & Yazici Yilmaz, 2023): un principio di sviluppo che i singoli metaversi possono decidere di adottare (come nel caso di Decentraland) o non adottare, impostando lo sviluppo e la gestione nelle sole mani dell'azienda proprietaria (come nel caso di Meta).

L'interoperabilità, infine, si riferisce alla potenzialità dei diversi ecosistemi virtuali di comunicare e integrarsi tra loro. In altre parole, l'interoperabilità consente agli utenti di spostarsi liberamente tra piattaforme diverse, mantenendo i propri dati, avatar e asset digitali senza restrizioni legate a uno specifico ambiente digitale (Dwivedi et al., 2022, p. 34), potenzialmente con un'unica chiave di accesso, come un wallet su Metamask (W. M. Lee, 2023). Questo concetto si realizza grazie a standard tecnici e protocolli condivisi, che permettono la creazione di un'infrastruttura digitale connessa e senza barriere. Ad esempio, un utente potrebbe utilizzare lo stesso avatar o gli stessi beni digitali (come un abito virtuale) sia in una piattaforma come Decentraland sia in un altro ambiente virtuale come Sandbox o Meta, senza dover ricreare o acquistare nuovamente questi elementi.
L'interoperabilità non solo favorisce la continuità dell'esperienza utente (L. Yang et al., 2025a), ma riduce anche la frammentazione tra le diverse piattaforme (aspetto particolarmente importante per il web 2.0 per come oggi lo esperiamo in cui le singole piattaforme presentano dinamiche, tipologia di fruizione e algoritmi di funzionamento differenti), promuovendo un Metaverso più unificato e accessibile. Questa caratteristica

risulta essenziale per garantire una partecipazione inclusiva e sostenere lo sviluppo di ecosistemi digitali che siano interconnessi, aperti e scalabili (Zallio & Clarkson, 2022).
L'interoperabilità, dunque, getta le basi per un Metaverso in cui le esperienze non sono limitate da confini tecnologici o commerciali, ma si estendono attraverso una rete globale di spazi virtuali. Questa caratteristica risulta strettamente connessa alla decentralizzazione, in quanto l'adozione di standard condivisi basati su blockchain può facilitare significativamente l'interoperabilità (aspetto che verrà approfondito nella sezione 1.3). Attraverso un registro decentralizzato e strumenti come i wallet digitali, gli utenti possono potenzialmente accedere e utilizzare i propri asset digitali su qualsiasi piattaforma, creando un'esperienza fluida e continua. L'effettiva interoperabilità dipende tuttavia dalla compatibilità tra le blockchain (Far et al., 2023) e dall'adozione di protocolli comuni, senza i quali il rischio di frammentazione, per come ora viviamo ancora il web 2.0, rimane un ostacolo rilevante per la costruzione di un Metaverso realmente interconnesso.

Fin qui il Metaverso è stato analizzato nei suoi presupposti strutturali e operativi. Tuttavia, questo livello non risulta sufficiente per rendere conto della portata del fenomeno: l'emergere del Metaverso modifica non solo l'architettura dei mondi digitali, ma anche il modo in cui percepiamo, manipoliamo e abitiamo le immagini. Risulta quindi necessaria una prospettiva mediologica di indagine di questo fenomeno.
Il Metaverso non emerge infatti come oggetto tecnico isolato, ma si inscrive nella continuità storica dei media immersivi e nei processi di rimediazione che hanno progressivamente dissolto la distanza tra spettatore e immagine, inaugurando modalità di esperienza caratterizzate da partecipazione e incorporazione (Biocca, 1999; W. M. Lee, 2023; Zhipu, 2023). È necessario, dunque, riconoscere come l'immersività del Metaverso non sia soltanto un esito ingegneristico, ma il risultato di una trasformazione profonda del nostro modo di percepire e costruire le immagini.
In questa direzione, il contributo di Pietro Montani, "*Emozioni dell'intelligenza: Un percorso nel sensorio digitale"* (Montani, 2020), risulta decisivo per inquadrare il Metaverso non come mera evoluzione tecnologica, ma come un vero e proprio mutamento antropologico. Nel suo volume, l'autore introduce il concetto fondamentale di *sensorio digitale* così definendolo:

> *"Quando parlo di "sensorio digitale" mi riferisco proprio a una peculiare condizione "tecno-estetica": a un modo d'essere della sensibilità (dell'aisthesis) intimamente incorporato in una tecnologia e alle specifiche esperienze emotive che*

> *ne discendono. Da questo punto di vista è del tutto naturale che il sensorio digitale di cui sto parlando vada per lo più a costituirsi all'incrocio tra due tratti distintivi che caratterizzano in modo eminente questa tecnologia: da un lato l'elemento dell'archivio (cioè, nei termini freudiani sopra evocati, le funzioni del ricordare e del ripetere), dall'altro quello delle procedure necessariamente sincretiche (parlerò a questo proposito di "intermedialità") con cui procediamo non solo alla ricezione ma anche all'incremento, alla riscrittura e alla rielaborazione di quella immensa memoria esternalizzata"* (Montani, 2020, p. 16)

Il concetto di *sensorio digitale* permette di comprendere in termini immediati come la relazione tra esseri umani e tecnologie sia oggi radicalmente mutata. Montani mostra infatti come il digitale non possa più essere inteso come un semplice schermo davanti al quale ci poniamo, ma come un'estensione delle nostre capacità sensibili: un dispositivo che si intreccia con la percezione, la memoria e l'immaginazione fino a diventarne parte operativa. Questa trasformazione deriva dall'incontro di due proprietà fondamentali.

- la prima è la dimensione dell'archivio: le tecnologie contemporanee accumulano, organizzano e rendono continuamente disponibili tracce, dati, immagini, fornendo una memoria esterna, e condivisa, sempre pronta all'uso.
- la seconda è l'intermedialità, cioè la capacità, tramite il digitale, di combinare e riscrivere materiali eterogenei - immagini, suoni, testi - facendoli convergere in forme nuove e fluide.

Dalla combinazione di questi due elementi nasce quello che Montani definisce un vero e proprio apparato percettivo esteso. Il digitale non si limita a rappresentare il mondo, ma trasforma il modo stesso in cui noi stessi lo percepiamo e lo abitiamo, modificando i nostri gesti e la nostra immaginazione. In questo contesto, le immagini non funzionano più come superfici da contemplare, ma come materiali di lavoro, oggetti manipolabili sui quali interveniamo costantemente. Il digitale diventa così un ambiente sensibile, un'estensione attiva del nostro modo di vedere e di agire.

Alla luce del quadro delineato da Montani, il passaggio verso ambienti immersivi tridimensionali può essere interpretato come un'ulteriore evoluzione del *sensorio digitale*. Se nel web 2.0, per come oggi lo viviamo, l'interazione resta confinata entro superfici bidimensionali - lo scroll, il click, l'apertura di finestre, le reaction e la rielaborazione di contenuti - l'avvento dei mondi immersivi del Metaverso introduce una discontinuità

qualitativa: l'immagine cessa di essere un oggetto da manipolare e diventa uno spazio da abitare.

Nel Metaverso, infatti l'immagine diventa ambiente, assumendo profondità e regole proprie; la visione si trasforma in presenza situata, grazie alla coordinazione tra punto di vista, movimento e risposta dell'ambiente; lo spazio digitale diventa un luogo praticabile, dotato di confini, percorsi, oggetti. In questa prospettiva, il Metaverso può essere interpretato come una delle forme più avanzate del *sensorio digitale*, poiché porta a compimento ciò che il digitale, per come oggi lo conosciamo, rendeva già possibile: non soltanto percepire e manipolare contenuti di differente natura, ma agire in un ambiente che risponde ai nostri gesti, registrando, trasformando e amplificando l'esperienza.

Per chiarire in che senso l'esperienza immersiva del Metaverso trasformi il nostro rapporto con le immagini rispetto al web 2.0, è utile richiamare il paradigma del *material engagement*, che Montani discute come forma specifica di "immaginazione interattiva". Un esempio, ripreso da Malafouris (Malafouris, 2019), illustra questo concetto: quando un artigiano modella l'argilla, la forma finale non è semplicemente "applicata" dall'esterno, ma emerge nel dialogo tra il gesto della mano e le qualità del materiale. L'immaginazione non precede l'azione: prende forma nel fare, seguendo (o sfidando) la resistenza, la malleabilità e le affordances della creta. Secondo Montani, lo stesso schema vale oggi per il digitale. Anche quando l'utente seleziona, ritaglia o monta un contenuto visivo, non esercita una facoltà puramente interna, ma interagisce con una materia operativa - quella che l'autore definisce "materia semiotica", composta da immagini, suoni e parole.

Montani distingue due modalità di questa interazione (Montani, 2020, p. 49):

- una modalità *ricettiva*, in cui il gesto segue le configurazioni che la materia suggerisce (come accade nel lavoro di editing, quando il ritmo della sequenza orienta spontaneamente le scelte di taglio o l'inserimento di una transizione),
- e una propositiva - che l'autore definisce "*suscettiva*" - in cui l'utente anticipa e orienta nuove forme attraverso atti manipolativi più decisivi. Si pensi, ad esempio, alla progettazione di un contenuto digital-first: l'inserimento di un filtro, la scelta di un determinato formato o la sovrapposizione di un testo non rispondono a una necessità imposta dal materiale, ma introducono nuove possibilità narrative e percettive, modificando attivamente ciò che il contenuto può diventare.

In entrambe le modalità, l'immaginazione non è un processo astratto: prende corpo nel gesto, nella manipolazione e nella trasformazione della *materia semiotica* stessa. È in

questo senso che il *material engagement* permette di comprendere l'azione digitale come una forma di pensiero operante, situato e continuamente orientato alla produzione di senso. Applicato al Metaverso, questo paradigma trova una declinazione ancora più radicale e profonda. Se nel web 2.0 l'interazione con la materia semiotica resta confinata nello spazio dello schermo, nei mondi immersivi (non necessariamente virtuali) la materia con cui l'utente interagisce è lo spazio stesso: ambienti tridimensionali dotati di regole, resistenze e potenzialità operative. L'avatar non è un semplice cursore, ma la personificazione del nostro io digitale che permette di modellare oggetti, percorsi e situazioni dall'interno. Il Metaverso può dunque essere interpretato come una forma ancora più avanzata di *material engagement*, in cui l'immaginazione non solo manipola immagini, ma abita e costruisce ambienti dinamici che rispondono ai gesti dell'utente in tempo reale, e costantemente disponibili per la fruizione di altri utenti.

Se il material engagement descrive il modo in cui l'utente manipola la materia semiotica del digitale, la *scrittura estesa* (Montani, 2020, pp. 70-71) rappresenta il livello espressivo che deriva da tale manipolazione. Montani mostra come il display contemporaneo abbia progressivamente assunto la funzione di una *superficie di iscrizione*, non più limitata alla riproduzione passiva di immagini, ma capace di ospitare forme compositive complesse.

Questa trasformazione rende possibile una scrittura non più soltanto fonetica, ma audiovisiva, nella quale immagini, suoni, testi e gesti assumono una valenza sintattica. Per descrivere questa nuova modalità, l'autore ricorre al termine *Bilderschrift* ("scrittura per immagini"), richiamando la lezione di Ėjzenštejn e applicandola ai nuovi media: non si tratta più di semplice decorazione, ma di una vera integrazione sincretica. Alcuni esempi concreti di questa scrittura estesa sono rappresentati dall'inserimento elementare di "emoji" ed "emoticon" nei messaggi, fino alle forme più evolute come le *Instagram Stories* o *TikTok*. In questi formati, l'utente non si limita a postare, ma deve gestire la "pesantezza-leggerezza dei font, la loro colorazione" e persino l'animazione grafica o il *Motion Tracking*, dimostrando come la competenza tecnica diventi competenza espressiva.

È qui che il legame con il *material engagement* si fa stringente: questa "competenza sensibile" - che si manifesta persino nel "*riassortire le prestazioni aptiche messe in carico ai polpastrelli*" (Montani, 2020, p. 71) - non è innata, ma è l'oggetto di processi di apprendimento e interiorizzazione. Il carattere apparentemente spontaneo con cui i nativi digitali manipolano questi strumenti conferma che la scrittura estesa nasce direttamente dall'interazione materica e tattile con il display.

Il passaggio al Metaverso radicalizza potenzialmente questa tendenza, ed espande il raggio d'azione della scrittura estesa (un pensare per immagini). Se nel Web 2.0 (come nei casi di TikTok e Instagram) la scrittura opera ancora sulla bidimensionalità dello schermo - dove "scrivere" significa sovrapporre strati di testo e grafica su un video 2D - negli ambienti immersivi essa diventa spaziale e architettonica. Nel Metaverso, la *Bilderschrift* non serve più a comporre una pagina o una schermata, ma a costruire una scena. Disporre un oggetto virtuale, definire una fonte di luce o tracciare un percorso non sono semplici azioni decorative, ma veri e propri atti di scrittura per immagini: equivalgono a mettere un soggetto, un verbo e un complemento in una frase.
L'ambiente stesso diventa un testo perché è strutturato per essere "letto" camminandoci dentro: ogni elemento spaziale comunica un significato e suggerisce un'azione. In questo senso, l'utente agisce come autore di uno spazio dotato di regole proprie, portando a compimento la teoria di Montani: la scrittura cessa di essere una traccia lasciata su una superficie di vetro per diventare un luogo abitabile, trasformando l'esperienza immersiva in una pratica compositiva di espressione e comunicazione, non più solo per immagini, ma tramite oggetti digitali.

Per comprendere fino in fondo le implicazioni del sensorio digitale delineato da Montani, è necessario affiancare alla sua prospettiva tecno-estetica una ulteriore lettura mediologica che ne chiarisca le strutture profonde. In questa direzione, occorre recuperare i fondamenti teorici dei nuovi media, utilizzandoli come chiavi interpretative per decodificare l'attuale configurazione del Metaverso. Sebbene elaborati in una fase antecedente all'affermazione dei mondi immersivi odierni, attraverso il concetto di remediation (Bolter & Grusin, 1999), è possibile interpretare il Metaverso non come una rottura, ma come la riorganizzazione complessa di media attuali (cinema, videogiochi e social network), e come, questo nuovo medium rappresenti un'ulteriore evoluzione di quelli precedenti. La grammatica numerica e la logica del database teorizzate da Lev Manovich (Manovich, 2001) ci permettono invece di comprendere l'architettura computazionale che sostiene questi mondi, mentre le proprietà degli ambienti digitali definite da Janet Murray (Murray, 1997) - proceduralità, partecipazione, immersione e trasformazione - forniscono il lessico per descrivere l'esperienza dell'utente. Queste prospettive non si sostituiscono al quadro montaniano, ma lo completano.
Bolter e Grusin (Bolter & Grusin, 1999), pur non riferendosi al Metaverso, offrono una cornice teorica particolarmente efficace per comprenderne la natura mediale e l'evoluzione

di questo nuovo universo digitale (Rawal et al., 2022). Secondo gli autori, nessun medium nasce mai come forma autonoma o originaria: ogni nuovo medium si definisce attraverso il rapporto con quelli precedenti, in un processo continuo di riorganizzazione, rifacimento e sostituzione. La *remediation* rappresenta dunque la grammatica storica attraverso cui i media si generano reciprocamente, e consente di interpretare il Metaverso non come una cesura tecnologica improvvisa, ma come esito ultimo di una genealogia complessa. La remediation si articola in tre dimensioni:

- In primo luogo, la remediation è *mediation of mediation*: ogni atto mediale dipende da mediazioni pregresse, poiché i media esistono solo commentandosi e riformulandosi reciprocamente.

  "a medium is that which remediates. It is that which appropriates the techniques, forms, and social significance of other media and attempts to rival or refashion them in the name of the real. A medium in our culture can never operate in isolation, because it must enter into relationships of respect and rivalry with other media" (Bolter & Grusin, 1999, p. 65)

  In questa prospettiva, il Metaverso non è una forma espressiva "nuova", ma un ambiente che rimedia cinema, videogiochi, grafica digitale e social media, incorporandone estetiche, logiche operative e linguaggi.
- La remediation implica inoltre *l'inseparabilità tra mediazione e realtà*: anche le tecnologie che promettono trasparenza o simulazione perfetta rimangono dispositivi materiali e culturali, e la loro azione non elimina la mediazione ma la riconfigura. È proprio in questo senso che i mondi immersivi inverano le osservazioni di Montani: l'immagine digitale trascende il suo statuto di mera superficie rappresentativa per configurarsi come un ambiente operativo, all'interno del quale le dinamiche di percezione e azione vengono rimodulate dalla mediazione tecnologica, che non scompare ma ristruttura l'esperienza dall'interno.
- Infine, la remediation agisce come *reform*: ogni nuovo medium giustifica la propria esistenza promettendo di migliorare i media precedenti, correggendone limiti e insufficienze. Il Metaverso risponde pienamente a questa logica, presentandosi come riforma del web bidimensionale, ovvero come tecnologia capace di realizzare quella immediatezza che i media precedenti non potevano garantire.

A questi tre livelli si affianca la *double logic* (Bolter & Grusin, 1999) che struttura l'intera ecologia dei media: *immediacy* e *hypermediacy* (Fadel & Bizzocchi, 2021). La prima

esprime la tensione verso la trasparenza del medium e verso l'illusione di un contatto diretto con il mondo rappresentato; la seconda rivela invece la natura composita dell'esperienza digitale, attraverso la moltiplicazione di finestre, layer e superfici che rendono visibile l'atto mediale. Anche nel Metaverso, reinterpretando il pensiero degli autori, queste due spinte convivono e si rafforzano reciprocamente: l'ambiente persegue la massima immediatezza, ma lo fa attraverso una crescente proliferazione tecnica che rende evidente la propria struttura mediata.

Analizzato attraverso questa duplica lente, il Metaverso non appare dunque come una rottura radicale né in termini percettivi e di rapporto con le immagini (Montani, 2020) né in termini mediali (Bolter & Grusin, 1999; Bolter et al., 2021), bensì come la fase più avanzata di una genealogia che riforma continuamente i media precedenti inseguendo la trasparenza, e che, proprio nel tentativo di ottenerla, moltiplica le forme della mediazione. La remediation permette così di comprendere non solo *come* il Metaverso evolve come medium, ma anche *perché* le modalità di percezione, manipolazione e abitabilità delle immagini descritte da Montani trovino in esso "semplicemente" un nuovo, e forse più avanzato, terreno di espressione.

Se la teoria della remediation (Bolter & Grusin, 1999) chiarisce la genealogia storica dei media, mostrando come ogni nuovo medium emerga dalla riorganizzazione dei precedenti, essa non esaurisce la comprensione del Metaverso e della sua attuale evoluzione. Bolter e Grusin mettono infatti in luce le forme di continuità e di rimediazione che attraversano il panorama digitale, ma non affrontano la questione strutturale che rende possibile tale riorganizzazione. Per comprendere il funzionamento interno di questi universi digitali immersivi, e la loro evoluzione, è necessario affiancare alla prospettiva storica una teoria della loro ontologia digitale. In *The Language of New Media* (Manovich, 2001), l'autore individua i principi che definiscono la logica profonda dei nuovi media, fornendo le categorie necessarie per interpretare, anche, la specificità computazionale del Metaverso. Secondo l'autore ciò che rende "nuovo" un medium non è la sua recente introduzione sul piano storico, ma la sua *rappresentazione numerica*:

> *«All new media objects, whether created from scratch on computers or converted from analog media sources, are composed of digital code; they are numerical representations. This fact has two key consequences: 1. A new media object can be described formally (mathematically). For instance, an image or a shape can be described using a mathematical function. 2. A new media object is subject to*

> *algorithmic manipulation. For instance, by applying appropriate algorithms, we can automatically remove "noise" from a photograph, improve its contrast, locate the edges of the shapes, or change its proportions. In short, media becomes programmable»* (Manovich, 2001, p. 27)

La prima conseguenza del principio di rappresentazione numerica riguarda la possibilità di una descrizione formale degli oggetti digitali: immagini, testi, suoni e forme possono essere trattati come funzioni matematiche e quindi analizzati, scomposti e ricombinati entro una logica computazionale. La seconda conseguenza è la loro manipolabilità algoritmica. Nel momento in cui un oggetto diventa numero, può essere modificato da un'operazione, da un codice o da un algoritmo. È a partire da questa osservazione che Manovich formula la sintesi: *"for short, media becomes programmable"*.

Il processo tecnico che rende possibile tale programmabilità è ulteriormente precisato dall'autore attraverso la distinzione tra campionamento (*sampling*) e quantizzazione (*quantization*), che definiscono la conversione di dati continui in strutture discrete:

> *"Converting continuous data into a numerical representation is called digitization. Digitization consists of two steps: sampling and quantization"* (Manovich, 2001, p. 28)

Questa scomposizione del continuo nel discreto non è un semplice passaggio tecnico, ma un'operazione concettuale che abilita la caratteristica della variabilità: poiché il media è modulare (composto da campioni discreti), esso non è mai fissato una volta per tutte, ma può esistere *«in different, potentially infinite versions»* (Manovich, 2001, p. 36)

È qui che si evidenzia la continuità strutturale tra l'attuale ecosistema digitale e il Metaverso. La variabilità descritta da Manovich è infatti già la logica dominante del Web 2.0: il feed di un social network, ad esempio, non è un oggetto statico identico per tutti (come una pagina di giornale), ma una composizione modulare generata dagli algoritmi in base all'utente.

Il Metaverso non introduce una rottura, ma rimedia (Bolter & Grusin, 1999) questo principio applicandolo alla dimensione spaziale. Ciò che nel Web 2.0 è la variabilità del flusso di contenuti (la bacheca che cambia, il feed e la tipologia di contenuti proposti), nel Metaverso diventa variabilità dell'ambiente: non è più solo la sequenza di post a mutare, ma lo spazio stesso che si adatta, si personalizza e risponde alla presenza dell'utente. Il mondo immersivo del Metaverso, dunque, non è un oggetto chiuso, ma un insieme di configurazioni possibili che emergono dall'interazione di elementi discreti e programmabili.

Tuttavia, per comprendere appieno come questa architettura informatica si traduca in esperienza sociale, è necessario introdurre il concetto di transcodifica culturale (*cultural transcoding*). Manovich descrive i nuovi media come l'intersezione di due livelli: il "livello culturale" (le storie, le immagini, i significati) e il "livello informatico" (i dati, gli algoritmi). Il risultato è una cultura ibrida:

> *"In summary, the computer layer and the culture layer influence each other. To use another concept from new media, we can say that they are being composited together. The result of this composite is a new computer culture - a blend of human and computer meanings, of traditional ways in which human culture modeled the world and the computer's own means of representing it"* (Manovich, 2001, p. 46)

Il Metaverso può così rappresentare la materializzazione più radicale di questo processo. Qui, categorie che appartengono a domini diversi dell'esperienza umana vengono tradotte (transcodificate) in strutture dati informatiche. Da un lato, concetti propriamente culturali e giuridici come la "proprietà" vengono transcodificati in asset crittografici (gli NFT iscritti su Blockchain); dall'altro, vissuti fenomenologici come la "presenza" e la percezione dello spazio vengono transcodificati in algoritmi di tracciamento e rendering in tempo reale che aumentano l'immersione e, in modo indiretto, il senso di presence. In questo scambio, la logica algoritmica non si limita a replicare tali esperienze, ma ne ridefinisce le condizioni di possibilità: la proprietà diventa programmabile (smart contract), mentre la presenza diventa un parametro modulabile, anche se in modo indiretto, dall'interfaccia.

È proprio questa logica, numerica e variabile, che consente di saldare la prospettiva di Manovich con quella di Montani (Manovich, 2001; Montani, 2020). Il *sensorio digitale* descritto da Montani - inteso non come un semplice utilizzo di strumenti esterni, ma come una sensibilità intimamente incorporata nella tecnologia - presuppone infatti questa fusione ontologica analizzata da Manovich. Se il digitale cessa di essere "altro" da noi, per diventare parte della nostra percezione (*sensorio*), è perché il "livello informatico" si è perfettamente integrato con quello "umano". Possiamo manipolare le immagini come fossero materia (*material engagement*) e abitare gli ambienti digitali come fossero luoghi fisici proprio perché, alla base, è avvenuta quella transcodifica che ha reso l'esperienza umana compatibile con la logica numerica della macchina.

Un ultimo tassello utile a completare il quadro teorico proviene da Janet Murray, che in *Hamlet on the Holodeck* (Murray, 1997) individua quattro proprietà fondamentali degli ambienti digitali: proceduralità, partecipazione, immersione e trasformazione. Sebbene

Murray non si occupi del Metaverso, queste categorie offrono una grammatica concettuale utile per comprendere come gli ambienti computazionali modellino l'esperienza dell'utente.

- La proceduralità indica come gli ambienti digitali siano governati da regole algoritmiche. Nel Web 2.0 questo principio struttura i meccanismi di raccomandazione, l'aggiornamento dei feed e l'organizzazione dinamica dei contenuti. Nel Metaverso la proceduralità si estende allo spazio: non regola soltanto ciò che viene mostrato, ma ciò che *accade*, governando fisiche simulate, comportamenti degli oggetti e stati ambientali modificabili in tempo reale.
- La partecipazione descrive il ruolo attivo dell'utente. Nel Web 2.0 essa si manifesta attraverso la produzione e la condivisione di contenuti, la logica della co-creazione e il remix culturale (si riveda il concetto di scrittura estesa di (Montani, 2020)). Nel Metaverso la partecipazione assume una forma incarnata: l'utente non interviene solo su contenuti, ma *interagisce dall'interno* dello spazio, costruendo ambienti, manipolando oggetti, collaborando attraverso il proprio avatar.
- L'immersione, per Murray, è la sensazione di essere trasportati in un ambiente simbolico. Nel Web 2.0 essa rimane mediata dallo schermo e confinata entro la bidimensionalità dell'interfaccia. Nel Metaverso l'immersione diventa situata e tridimensionale: il punto di vista coincide con la posizione del corpo simulato e la percezione dello spazio produce una forma di *presence* che coinvolge il s*ensorio digitale* descritto da Montani.
- La trasformazione riguarda infine la possibilità di assumere identità e ruoli differenti. Nel Web 2.0 ciò avviene attraverso profili, self-presentation, filtri e pratiche di profilazione. Nel Metaverso la trasformazione si realizza come incarnazione digitale: l'avatar diventa estensione operativa del sé, strumento per agire e negoziare presenza, agency e identità (come si vedrà nella sezione 1.4)

Integrate con le prospettive di Montani, Bolter e Grusin e Manovich, le quattro proprietà individuate da Janet Murray non definiscono il Metaverso in senso tecnico, ma permettono di comprenderne la forma esperienziale. Il Web 2.0 ha reso familiari tali principi in forma bidimensionale: la proceduralità come funzionamento algoritmico delle piattaforme social, la partecipazione come contributo degli utenti ai contenuti, l'immersione come coinvolgimento simbolico dentro flussi narrativi digitali, la trasformazione come costruzione di identità multiple e profili. Nel Metaverso, gli stessi principi vengono

radicalizzati: la proceduralità diventa ambientale, perché le regole computazionali governano lo spazio stesso; la partecipazione diventa situata, poiché l'utente agisce come presenza incarnata; l'immersione diventa sensoriale, non più soltanto narrativa; la trasformazione diventa operativa, attraverso avatar che non rappresentano soltanto identità, ma la mediano e la rendono agibile.

In questa prospettiva il Metaverso può essere letto come il contesto in cui l'interazione non è un'aggiunta all'esperienza, ma la sua struttura portante. Se il Metaverso è un ambiente in cui l'interazione diventa struttura, esso non può essere ridotto a semplice spazio di gioco o simulazione, ma deve essere interpretato come un'estensione operativa delle attività umane.

A partire da questa consapevolezza diventa possibile mappare le ricadute concrete del fenomeno: il Metaverso cessa di essere un oggetto speculativo e si configura come un terreno di convergenza tra innovazione tecnologica, dinamiche economiche e pratiche sociali e il nostro modo di percepire e usare il digitale, dando vita a modelli inediti e a forme di interazione sinergiche in differenti settori.

- In ambito economico, la decentralizzazione, abilitata dalla blockchain, ha introdotto modelli di scambio e di proprietà radicalmente nuovi, come gli NFT (Non-Fungible Tokens), che permettono di attribuire valore e autenticità a beni digitali, scambiati su piattaforme digitali come OpenSea tramite criptovalute. Questo ha ridefinito non solo il mercato dell'arte 'digitale', ma anche le dinamiche di partecipazione economica all'interno del Metaverso, offrendo agli utenti una maggiore autonomia nella creazione, scambio e gestione di asset virtuali (terreni, wearables, esperienze e altro: (Belk et al., 2022; Mystakidis, 2022)).
- Nel campo delle scienze sociali, il Metaverso rappresenta una piattaforma per lo studio di fenomeni sociali emergenti e di quelli già conosciuti: è infatti possibile analizzare il senso di presenza e co-presenza in spazi virtuali (C. S. Oh et al., 2018), approfondire le dinamiche di gruppo e la gestione di meccanismi identitari nella creazione e sviluppo di avatar (Cheong, 2022; Zhu & Yi, 2024), offrendo nuove prospettive per le ricerche sociologiche e psicologiche.
- Dal punto di vista culturale, infine, il Metaverso funge da catalizzatore per nuove forme di espressione e fruizione artistica (L. H. Lee et al., 2021). Gli spazi virtuali permettono la creazione di opere interattive e collaborative che sfidano i limiti delle discipline tradizionali, mentre la partecipazione del pubblico diventa parte

integrante dell'opera stessa. Questo fenomeno non solo ridefinisce il ruolo dell'artista, ma ristruttura anche il concetto di fruizione, rendendola più inclusiva e partecipativa (Bowen & Giannini, 2022; Sylaiou et al., 2024).

In questo contesto, il Metaverso non è semplicemente un insieme di strumenti tecnologici, ma un ecosistema multidisciplinare capace di integrare e trasformare campi diversi del sapere umano, con molteplici ambiti applicativi.

- Tra questi, il settore educativo rappresenta una delle aree più promettenti, grazie alla capacità di questi universi digitali di creare ambienti di apprendimento immersivi, accessibili e personalizzati (Tlili et al., 2022; Y. Wang et al., 2022). L'uso di tecnologie avanzate come la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR) permette infatti di progettare esperienze formative che superino le limitazioni spaziali e temporali, consentendo a studenti di diverse parti del mondo di partecipare a lezioni in spazi virtuali condivisi. Questi ambienti, che includono simulazioni interattive e ricostruzioni storiche dettagliate, offrono modalità di apprendimento più coinvolgenti e stimolanti, favorendo una comprensione più profonda dei contenuti. Inoltre, il Metaverso si configura come uno strumento inclusivo, capace di rispondere alle esigenze di utenti con disabilità o bisogni specifici, attraverso soluzioni tecnologiche adattive, sebbene permangano sfide legate al digital divide e all'accessibilità infrastrutturale (Zallio & Clarkson, 2022).
- In ambito commerciale il Metaverso sta ridefinendo anche le modalità di interazione tra consumatori e brand, inaugurando una nuova era del marketing esperienziale (Arya et al., 2024). Le piattaforme virtuali consentono infatti ai consumatori di esplorare prodotti e servizi in ambienti personalizzati, integrando realtà aumentata e intelligenza artificiale per creare esperienze uniche e su misura. I negozi virtuali (Hudson, 2022; Ismail, 2023; Popescu et al., 2022) non si limitano a replicare l'esperienza dello shopping fisico, ma la arricchiscono attraverso interazioni immersive che rafforzano il legame emotivo con il brand. Il Metaverso offre inoltre alle aziende strumenti avanzati per raccogliere e analizzare dati sui comportamenti di acquisto, migliorando la capacità di anticipare le esigenze dei consumatori e ottimizzare le strategie di fidelizzazione.
- Nel settore della salute e del benessere, infine, il Metaverso trova un ulteriore terreno fertile per il suo sviluppo. Gli ambienti virtuali immersivi sono già utilizzati con successo in programmi di neuroriabilitazione (Calabrò et al., 2022; Ventura et

al., 2022), terapie del dolore e trattamenti per disturbi d'ansia e post-traumatici. Il Metaverso rappresenta quindi un'opportunità di cura e promozione del benessere psicofisico, grazie alla possibilità di creare ambienti virtuali progettati per favorire la meditazione, il rilassamento e il recupero emotivo.

Si delineano inoltre una serie di sfide che verranno affrontate nella sezione 2.5, parlando dei limiti e futuri sviluppi del Metaverso.

- Un tema centrale riguarda l'accessibilità e la diffusione di adeguate infrastrutture tecnologiche (Zallio & Clarkson, 2022). Lo sviluppo del Metaverso è infatti strettamente legato alla disponibilità di dispositivi avanzati (fra tutti HMD ma non solo), e di connessioni Internet stabili e veloci. Tuttavia, tali risorse non sono uniformemente accessibili, creando un significativo divario digitale che potrebbe escludere ampie fasce di popolazione dalla partecipazione attiva a questi spazi virtuali. Per garantire un accesso equo, è necessario promuovere investimenti consistenti in infrastrutture e dispositivi, affiancati da iniziative di alfabetizzazione digitale che possano ridurre le disparità esistenti, anche fra fasce d'età differenti nella popolazione.
- La gestione dei dati personali in ambienti virtuali persistenti solleva inoltre preoccupazioni riguardo alla privacy e alla sicurezza (Di Pietro & Cresci, 2021; Y. Wang et al., 2022). Le informazioni sensibili degli utenti, inclusi i loro comportamenti e interazioni, devono essere protette da usi impropri o accessi non autorizzati, e lo stesso meccanismo della blockchain implica una sostanziale revisione del concetto stesso di chi sia responsabile della conservazione e gestione di questi dati (Aks et al., 2022; Gadekallu et al., 2022; H. Huang et al., 2024). In parallelo, l'inclusività costituisce una sfida fondamentale: la progettazione di piattaforme virtuali deve infatti anche tenere conto delle esigenze di utenti con disabilità o impairment di differente natura, e garantire un'esperienza accessibile a tutti, evitando di perpetuare o aggravare disuguaglianze.
- Sarà inoltre essenziale affrontare l'impatto ambientale associato al Metaverso (Nleya & Velempini, 2024): tecnologie come i server per il cloud computing e la blockchain richiedono importanti dispendi di energia, contribuendo alle emissioni di anidride carbonica. La sostenibilità delle infrastrutture rappresenta una priorità per gli attuali e futuri sviluppi di questa "nuova realtà tecnologica".

- Un ulteriore nodo critico riguarda infine la regolamentazione e la governance del Metaverso. Sebbene la decentralizzazione garantisca maggiore autonomia agli utenti, essa introduce una serie di complessità legate all'assenza di un quadro normativo uniforme (Karaarslan & Yazici Yilmaz, 2023). La mancanza di standard condivisi rischia di creare un contesto privo di trasparenza, favorendo potenziali abusi e pratiche monopolistiche. Diventa quindi fondamentale sviluppare politiche e regolamenti che bilancino l'autonomia degli utenti con la necessità di garantire equità, responsabilità e protezione degli interessi collettivi.

Questa prima sezione ha dunque posto le basi concettuali per analizzare il fenomeno del Metaverso tramite una duplice prospettiva. Da un lato si è ricostruita l'evoluzione del concetto, dalle prime formalizzazioni (Dionisio et al., 2013) alla sistematizzazione infrastrutturale di Ball (2022), individuando i tratti che caratterizzano la maturità dei metaversi odierni: persistenza, immersività, socialità, decentralizzazione e interoperabilità. Dall'altro lato si è affiancata una lettura mediologica che ha permesso di superare le semplificazioni prodotte dall'hype mediatico, ricollocando il Metaverso all'interno di una genealogia del digitale già in atto: il sensorio digitale descritto da Montani, la remediation di Bolter e Grusin e la logica della transcodifica analizzata da Manovich mostrano come il Metaverso rappresenti non una rottura improvvisa, ma l'estensione coerente delle trasformazioni percettive, culturali e computazionali del nostro ecosistema mediale.
Ciò consente di guardare al Metaverso non come a un oggetto tecnologico isolato né come a una promessa futuristica emersa in modo improvviso, ma come a un processo evolutivo inscritto nella storia dei media digitali. In questo quadro diventano leggibili non solo le opportunità applicative nei diversi ambiti (economico, educativo, culturale, sanitario), ma anche le sfide strutturali che ne accompagneranno lo sviluppo: accessibilità, inclusività, sostenibilità e governance. Andare oltre il clamore ("beyond the hype" (Dwivedi et al., 2022) significa quindi riconoscere che il Metaverso rappresenti una fase avanzata dell'evoluzione del digitale, la cui comprensione richiede uno sguardo critico capace di integrare dimensioni tecniche, sociali e culturali.
Nel capitolo 1, alla luce del framework teorico qui definito, ci addentreremo nell'analisi delle definizioni contemporanee del Metaverso, (sezione 1.1.2), proseguendo con l'analisi delle tipologie e della struttura (sezione 1.2), affrontando le distinzioni e le sinergie tra virtual worlds, augmented reality, mirror worlds e lifelogging. Le successive sezioni si concentreranno sulle tecnologie fondamentali, analizzando il ruolo della blockchain e degli

NFT come asset digitali per la gestione della proprietà e della sicurezza (sezione 1.3). Approfondiremo poi le dinamiche di interazione all'interno del Metaverso (sezione 1.4), esaminando il ruolo degli avatar, le relazioni tra comportamento umano e rappresentazione digitale, e le dinamiche psico-sociali legate alla presenza virtuale e agli effetti cognitivi ed emotivi.

Nel capitolo 2 verranno quindi esplorati i differenti ambiti di applicazione del Metaverso. Nella sezione 2.1 si approfondiranno i settori dell'educazione, della salute e dello sport, analizzandone i benefici, le potenzialità e le criticità. La sezione 2.2 sarà dedicata agli attuali trend più diffusi, come il gaming e l'arte, mentre in 2.3 sarà analizzato il rapporto tra Metaverso e marketing, con un focus su virtual shopping e nuove strategie di coinvolgimento del consumatore, oggetto d'indagine del progetto sperimentale. Il capitolo si concluderà con una valutazione dell'impatto negli ambiti della cultura visuale (cinema, musei e broadcasting: sezione 2.4) evidenziando sfide e limiti attuali del Metaverso (sezione 2.5), in relazione a temi etici, di sostenibilità e di inclusività, prima accennati. Questa struttura riflette un percorso organico e progressivo che accompagna il lettore verso una comprensione approfondita e articolata del fenomeno. Il capitolo 3 mostrerà i risultati della mappatura di differenti metaversi, per comprendere l'attuale stato dell'arte di questi mondi immersivi, distinguendo fra metaversi decentralizzati e centralizzati per poi superare questa dicotomia. Infine, nel capitolo 4, dedicato al modello sperimentale, sarà mostrato lo sviluppo di un modello di customer shopping experience in realtà virtuale (VR), per comprendere limiti e potenzialità di questa tecnologia in un ambiente controllato, confrontandola con un'esperienza di acquisto più tradizionale tramite sito web.

1.1.2 Le definizioni contemporanee

Se la sezione precedente ha delineato la cornice strutturale e mediologica necessaria per interpretare il fenomeno (1.1.1), l'obiettivo di questa sezione è circoscriverne il campo definitorio, analizzando come il concetto di Metaverso sia stato formalizzato nel dibattito contemporaneo. Come emerso, il termine ha subito una profonda evoluzione semantica e operativa: dai suoi prodromi in *Second Life*, dove si configurava come un sistema chiuso e isolato, all'idea odierna di una pluralità di ecosistemi persistenti, interconnessi e fondati su principi di decentralizzazione (M. Goldberg & Schär, 2023).

Nonostante l'ampio utilizzo del termine, manca tuttora una definizione univoca e universalmente condivisa che riesca a catturare la complessità di questo fenomeno in divenire. Di conseguenza, più che ricercare una singola etichetta esaustiva, si propone qui

un’analisi critica delle definizioni più accreditate, strutturata secondo un percorso logico che integra le diverse "anime" del Metaverso. L'analisi procederà infatti dalla dimensione tecnica (la convergenza fisico-digitale (Mystakidis, 2022), a quella economico-strategica (l'evoluzione del Web 3.0 (Montagna, 2022), fino a quella psicologico-sociale (Weinberger, 2022) e delle infrastrutture tecnologiche (che saranno approfondite nella successiva sezione 1.2.1 (Ng, 2022), includendo infine una prospettiva mediologica interpretativa di evoluzione di questo fenomeno digitale (Casetti & Pinotti, 2020; Pinotti, 2020, 2021, 2017) alla luce delle definizioni formulate.

Il Metaverso, come definito da Mystakidis è “*a perpetual and persistent multiuser environment merging physical reality with digital virtuality. It is based on the convergence of technologies that enable multisensory interactions with virtual environments, digital objects and people such as virtual reality (VR) and augmented reality (AR)"* (Mystakidis, 2022, p. 486). Questa definizione sottolinea la natura unica del Metaverso, che non si limita a una semplice giustapposizione tra mondo fisico e virtuale, ma li fonde in un sistema interconnesso in cui ciascuna dimensione potenzia e arricchisce l'altra.
Un aspetto cruciale di questa definizione è la persistenza (Sadeghi-Niaraki et al., 2025), intesa come la capacità degli spazi virtuali di continuare a esistere ed evolversi autonomamente, indipendentemente dalla presenza o dall'interazione immediata degli utenti. Questo elemento avvicina il Metaverso alle dinamiche della realtà fisica (si veda (Ball, 2022, p. 45) e il concetto di persistenza di un albero virtuale), garantendo una continuità che supera i limiti temporali e spaziali delle interazioni umane tradizionali.
Un’altra caratteristica distintiva è l’immersività, resa possibile da tecnologie che coinvolgono i sensi in modo profondo e innovativo, trasformando le percezioni e ampliando le possibilità di interazione. Non si tratta soltanto di riprodurre la realtà fisica, ma di creare esperienze che vadano oltre quest’ultima, permettendo agli utenti di partecipare attivamente e di vivere situazioni impossibili nel mondo reale in modo fluido e senza interruzioni tra la realtà fisica e la virtualità digitale[2]. Ad esempio, è possibile simulare esplorazioni spaziali, visite a siti archeologici ricostruiti digitalmente, o esperienze collaborative in ambienti difficilmente accessibili, con importanti applicazioni in campo educativo (Tlili et al., 2022; Yu, 2022; Beck et al., 2024; Al-Adwan & Al-Debei, 2024).

[2] *“It enables seamless embodied user communication in real-time and dynamic interactions with digital artifacts”* (Mystakidis, 2022, p. 486)

L’interconnessione rappresenta infine un ulteriore tratto distintivo del Metaverso nella definizione di Mystakidis, permettendo una comunicazione fluida tra piattaforme diverse e fra differenti utenti. Questo livello di integrazione consente di creare un ecosistema in cui le esperienze non solo continuano tra spazi e dispositivi, ma favoriscono una collaborazione attiva tra gli utenti, che diventano co-protagonisti di un ambiente dinamico e adattabile. L'efficacia di questa interconnessione dipende in larga misura dal grado di interoperabilità, ritenuto un requisito fondamentale per superare la frammentazione dei mondi virtuali (Dionisio et al., 2013) e un ostacolo critico su cui si concentra l'attuale ricerca scientifica per garantire servizi senza interruzioni tra piattaforme (Li et al., 2023; Yang et al., 2025).
In sintesi, il Metaverso, come descritto da Mystakidis, non è un semplice spazio digitale separato, ma un ecosistema in cui i due mondi (digitale e fisico) si rafforzano reciprocamente: la concretezza e la continuità della realtà fisica si fondono infatti con la flessibilità e l’immersione del virtuale. Questa combinazione genera esperienze arricchite e innovative, offrendo opportunità per incontrarsi, collaborare e apprendere in spazi digitali immersivi (grazie alla VR e l’AR: ricordando tuttavia la distinzione e non sovrapposizione fra VR e Metaverso proposta da (Ball, 2022, p. 35)), andando oltre le tradizionali barriere di spazio e tempo. Il Metaverso non è una semplice replica digitale della realtà in un mondo virtuale, ma un modo per amplificarne le possibilità (relazionali (figura 1.4) e di conoscenza)), ridefinendo le modalità di interazione e partecipazione, in un modo diverso da quanto avvenga ad oggi con le piattaforme social del web 2.0.



Figura 1.4.a: Un esempio di Horizon World, in cui un gruppo di utenti partecipa a una festa privata in un ambiente virtuale immersivo e condiviso con altri utenti.

Sebbene la definizione proposta da Mystakidis fornisca una cornice solida per comprendere il funzionamento tecnico del Metaverso, essa non esaurisce la complessità culturale, economica e mediale che caratterizza oggi questo fenomeno (Montagna, 2022).

Il contributo di Montagna appare, in questo senso, complementare: l'autore non propone una definizione unitaria e immediata del Metaverso, ma ne ricostruisce la genealogia concettuale attraverso una serie di tappe che mostrano come esso si sia progressivamente configurato non solo come ambiente computazionale persistente, ma come ecosistema socio-tecnico dotato di proprie logiche identitarie, relazionali ed economiche.



Figura 1.4.b: Le 9 tappe fondamentali dell'ecosistema Metaverso, dalla sua genesi concettuale alla struttura economica (Montagna, 2022, p. 24)

A differenza di Mystakidis, che adotta una prospettiva strutturale centrata sull'integrazione tra dimensione fisica e virtuale, Montagna individua una traiettoria evolutiva che attraversa livelli differenti: dal piano immaginario (il Metaverso come "mondo oltre") alla fenomenologia dell'esperienza (la continuità fi-gitale e la spazialità abilitata dallo spatial computing), dalle pratiche sociali e ludiche (gli ambienti gamificati e le forme di presenza avatariale (Barranco Merino et al., 2023; H.-W. Lee et al., 2023)) fino alle basi economiche del Web 3.0 (decentralizzazione, proprietà digitale, persistenza e apertura degli ecosistemi).

Questo percorso permette di colmare le dimensioni che la definizione di Mystakidis lascia sullo sfondo, restituendo un quadro più esteso del Metaverso come ambiente culturale, esperienziale ed economico. Proprio per tale motivo, le tappe individuate da Montagna costituiscono un passaggio essenziale per comprendere come il concetto si sia stratificato nel discorso contemporaneo: non un'unica entità tecnologica, ma un insieme articolato di condizioni che comprendono immaginari, pratiche, infrastrutture e modelli economici. Le nove tappe fungono dunque da mappa interpretativa utile a illuminare la molteplicità del fenomeno, e conducono alla definizione conclusiva proposta dall'autore, che integra esperienza utente, socialità, sovrapposizione fisico-digitale e transazioni economiche come elementi strutturali del Metaverso.

Il percorso di definizione del Metaverso proposto da Montagna non inizia dalla tecnologia, ma da un fondamento culturale profondo, identificando nella prima tappa un concetto ancestrale: l'idea di un "*mondo oltre*". Questa dimensione, definita meta-fisica, slega il Metaverso dalla narrazione puramente *cyberpunk*[3] (Hanlin, 2022) per ancorarlo a un desiderio umano che attraversa la storia, dal mito al sogno, fino alla fantascienza. Come osserva l'autore, per comprendere davvero il fenomeno è necessario spostare l'attenzione dalla mera infrastruttura tecnica all'essenza etimologica del termine stesso:

> *"Spostiamo quindi l'attenzione dal romanzo* (SnowCrash)*, che devia totalmente dalla nostra strada di comprensione dell'attuale e della realtà, e andiamo all'essenza della parola, quella che sia Word […]: l'idea di un mondo diverso, un mondo meta-fisico diciamo. Un posto che si trova oltre"* (Montagna, 2022, p. 26)

Questa tensione verso un "altrove" non è dunque un'invenzione tecnologica, ma risponde a un bisogno di esplorazione che precede il digitale: un superamento del confine visibile radicato nell'umanesimo più che nell'informatica:

> *"Questa idea di un mondo che rimane oltre un confine definito, una porta, anzi un portale, è qualcosa che non necessariamente ha a che fare con la tecnologia, anzi*

[3] Con il termine *cyberpunk* si fa riferimento a un filone della narrativa fantascientifica e dell'immaginario culturale sviluppatosi a partire dagli anni Ottanta, caratterizzato dalla rappresentazione di futuri ipertecnologici, spesso distopici, in cui mondi digitali, reti informatiche e realtà virtuali assumono un ruolo centrale. Opere come *Neuromancer* di William Gibson o *Snow Crash* di Neal Stephenson hanno contribuito a consolidare l'idea di spazi virtuali concepiti come ambienti separati dalla realtà fisica, dominati dalla tecnologia e da logiche di controllo o alienazione. Nel dibattito sul Metaverso, il riferimento al cyberpunk indica dunque una lettura che tende a interpretare tali ambienti principalmente come esiti di una visione fantascientifica e tecnologica. Questa prospettiva risulta tuttavia parziale se non viene messa in relazione con una più ampia e storicamente ricorrente tensione umana verso l'oltrepassamento dei limiti del reale e delle soglie percettive, che la teoria mediologica ha descritto anche come progressivo superamento della separazione tra spettatore e opera, a favore di forme di immersione e coinvolgimento ambientale (Pinotti, 2020, Title "Towards an-iconology: the image as environment")

è qualcosa di antico e umanistico legato alla fantasia e al sogno." (Montagna, 2022, p. 26)

Se la prima tappa definisce il "dove" ideale, la seconda tappa descrive il "come" viviamo questa nuova dimensione, sancendo il definitivo superamento della dicotomia tra online e offline. Entriamo così nell'era del "fi-gitale" (o phygital), dove l'esperienza non è più alternativa alla realtà fisica ma ne rappresenta un'estensione fluida. Riprendendo la visione di Luciano Floridi sull'*onlife*[4] (Floridi, 2015), Montagna evidenzia come il digitale sia ormai divenuto un habitat naturale e pervasivo:

"*Possiamo quindi dire che ad oggi il digitale sia buona parte del nostro habitat naturale, con tempi di permanenza sempre crescenti, al punto da non avere più una netta dicotomia tra online e offline ma un unicum continuo di onlife"* (Montagna, 2022, p. 27)

Questa continuità si traduce in un cambiamento radicale della fruizione: l'utente non è più un osservatore esterno davanti a uno schermo (che scherma fra noi e il contenuto), ma un soggetto incarnato all'interno dell'informazione. È il passaggio dall'Internet "da guardare" all'Internet "da vivere", un concetto che Zuckerberg ha efficacemente riassunto come *Embodied Internet*.

La terza tappa porta a compimento le precedenti: se il digitale diventa uno spazio da abitare e non più da osservare, allora il Metaverso deve essere pensato come un ambiente tridimensionale praticabile. Montagna definisce questo passaggio come l'ingresso nello *spatial computing* (Mohamed, 2023), un paradigma tecnologico in cui la computazione non è più confinata nello schermo, ma distribuita nello spazio circostante. Una volta che Internet acquisisce un corpo, esso non può che diventare un ambiente in cui ci si muove, un'estensione sensoriale e cognitiva del mondo fisico in cui l'informazione non è più contenuta nel dispositivo, ma distribuita nello spazio tridimensionale. Questa evoluzione non è solo tecnica: ridefinisce la percezione, la relazione con gli oggetti digitali e il modo stesso di abitare l'immagine (Montani, 2020).

Se la dimensione spaziale del Metaverso definisce l'infrastruttura in cui l'utente può muoversi, la quarta tappa ricostruita da Montagna ne chiarisce la natura comportamentale e sociale, mostrando come questo ecosistema non derivi semplicemente dal videogioco, ma dalla fusione strutturale tra logiche ludiche (Afacan, 2023) e pratiche relazionali (Jia et al.,

[4] Per Floridi, l'*onlife* descrive la fine della distinzione netta tra online e offline. Le esperienze digitali non si affiancano più alla vita "reale", ma la attraversano strutturalmente, fino a renderla inseparabile dalle infrastrutture informazionali.

2015; Jiaxin & Gongjing, 2022). Secondo l'autore, piattaforme come Fortnite, Roblox o Minecraft hanno segnato un passaggio fondamentale: il gaming non è più solo competizione o sfida, ma diventa un pretesto per stare insieme, trasformando questi ambienti digitali in "nuovi luoghi di incontro", equivalenti al cortile, alla piazza o al muretto delle interazioni giovanili.

Questi mondi digitali rappresentano quindi contesti ibridi in cui intrattenimento e socialità sono inscindibili. La loro funzione primaria non è infatti unicamente ludica, ma anche relazionale: sono *"luoghi di incontro, di socializzazione, di cosiddetto digital hangout"* (Montagna, 2022, p. 30), ambienti in cui gli utenti non entrano (solo) per la sfida competitiva, ma per la presenza reciproca, per l'esperienza condivisa e per la coabitazione di un medesimo spazio condiviso di intrattenimento e socialità (Chang et al., 2018; Jia et al., 2015; S. A. Paul et al., 2008).

In questa prospettiva il Metaverso non deve essere inteso come un ambiente semplicemente *gamificato*: Montagna osserva infatti come la gamification non consista nell'applicazione esterna di meccaniche di gioco (Thomas et al., 2023), ma nell'emergere di un nuovo linguaggio esperienziale che struttura l'azione e la relazione. Non riguarda la creazione di giochi in senso stretto, ma la trasformazione delle attività digitali in situazioni di prova, simulazione e partecipazione, in cui l'utente è chiamato a interpretare un ruolo, mettersi alla prova e interagire con contenuti e persone secondo logiche dinamiche e interattive.

La gamification va quindi intesa come "*un nuovo linguaggio, una nuova tassonomia, una nuova esperienza, un nuovo modo di mettersi alla prova, di verificare le proprie competenze e attitudini*" (Montagna, 2022, p. 33), capace di attivare motivazioni e rendere l'esperienza più coinvolgente e condivisibile.

È proprio questa natura situata e partecipativa a renderla anche una dimensione intrinsecamente sociale. I mondi gamificati, osserva Montagna, hanno infatti saputo accogliere utenti con età, competenze e motivazioni diverse, dando forma ad ambienti in cui si trascorre il tempo, si costruiscono relazioni e si vive un senso di prossimità spesso più intenso di quello che caratterizza molte interazioni nei social network tradizionali. La socialità non è un effetto collaterale, ma una condizione strutturale di questi mondi, come dimostrano le ricerche sui multiplayer online games, che evidenziano l'emergere di legami, comunità e pratiche collaborative che superano la mera dimensione ludica (Chang et al., 2018; Jia et al., 2015; S. A. Paul et al., 2008).

La trasformazione avvenuta nel 2020 ha reso ancora più evidente questa funzione relazionale, portando aziende e utenti a riconoscere nel digitale non solo uno spazio di

evasione, ma un ambiente di vicinanza, relazione e socializzazione, capace di sostituire o affiancare contesti sociali prima fisicamente condivisi (Larivière-Bastien et al., 2022). La tappa quattro, nella prospettiva dell'autore, definisce quindi il Metaverso come uno spazio virtuale perché costruito, gamificato perché regolato da logiche interattive che strutturano l'agire e il relazionarsi, e sociale perché orientato alla co-presenza e alla costruzione di comunità. Non si entra per giocare, ma per esserci: per partecipare, incontrarsi, assistere a eventi, condividere tempo e attività all'interno di spazi persistenti e collettivi.

La centralità dell'interazione sociale (Chakraborty, G et al., 2023) impone tuttavia una ridefinizione del soggetto agito, introducendo la quinta tappa dedicata all'identità *in-personale*. Questa dimensione non prefigura un ritorno all'anonimato né l'adozione di una semplice maschera, bensì una riconfigurazione del rapporto tra soggetto e rappresentazione: l'avatar, attraverso cui prendiamo parte a questi mondi virtuali, non si costituisce come replica mimetica del sé biologico (D. Y. Kim et al., 2023; H.-W. Lee et al., 2023; Kocur et al., 2025; Zhu & Yi, 2024), ma come *alias* operativo, capace di incarnare intenzioni e modalità d'azione svincolate dai limiti della fisicità. In tale prospettiva, la rappresentazione digitale diventa uno strumento di *agency*, un'interfaccia incarnata che funge da *"te proiettato"* piuttosto che da copia fedele (R. Ng & Lindgren, 2013; Turkay & Kinzer, 2014).
La scelta della forma digitale orienta le modalità di interazione e partecipazione: la rappresentazione diviene performativa, permettendo all'utente di *"avere anche un'identità che sia slegata dal tuo aspetto estetico"* (Montagna, 2022, p. 36) l'avatar è il veicolo che *"rappresenta [l'utente] nelle interazioni nello spazio e con gli altri "umani" [...] e permette di interagire con ambienti e oggetti"* (Montagna, 2022, p. 38).
La quinta tappa delinea dunque un cambio di paradigma: il Metaverso non è soltanto un luogo da abitare, ma da incarnare attraverso un'identità plastica e situata: un avatar. L'esperienza metaversale si configura come un laboratorio identitario in cui l'utente sperimenta forme di presenza (Slater, 2003; C. S. Oh et al., 2018) che integrano, e talvolta sospendono, le logiche dell'identità offline, sfruttando la libertà concessa da un universo che non è mera copia o double del reale.

La sesta tappa segna un cambio di prospettiva decisivo: il Metaverso non coincide con un ambiente separato a cui accedere tramite Realtà Virtuale, ma può manifestarsi come estensione digitale del mondo fisico. Montagna individua qui una seconda traiettoria di

sviluppo, complementare a quella immersiva: non un "altrove" virtuale in cui l'utente deve entrare, bensì la sovrapposizione di strati informativi allo spazio reale[5]. In questo modello, sostenuto da attori come Apple, Google e Microsoft, la computazione non isola l'individuo ma lo accompagna, trasformando il contesto quotidiano in un ambiente semanticamente arricchito.

La potenza dei dispositivi mobili e dei futuri smart glasses rende già oggi possibile questa integrazione, orientando il Metaverso verso una forma di presenza *aumentata* in cui dati, mappe, oggetti digitali, contenuti sociali e riferimenti contestuali emergono direttamente nel campo percettivo dell'utente. Non si tratta quindi di sostituire il reale, ma di potenziarlo: il virtuale avvolge il mondo fisico e ne riorganizza la lettura. Questa prospettiva riconduce il Metaverso a un processo di virtualizzazione che non richiede l'allontanamento dal proprio ambiente, ma la sua estensione digitale. La realtà aumentata (AR) diventa così un punto d'incontro tra esperienza sensoriale e computazione, permettendo a reale e virtuale di dialogare e di sovrapporsi in modo situato e continuo, sottolineando nuovamente come Metaverso non implichi necessariamente VR (Ball, 2022).

> "I*l Metaverso quindi si basa sulla virtualizzazione, intesa come digitalizzazione realistica di noi, dei nostri ambienti e degli oggetti che ci circondano, senza tuttavia dovere necessariamente lasciare il nostro mondo, il nostro posto, la nostra visione, per andare altrove o lontano, quanto magari fare il contrario, in modo che questi dialoghino, si sovrappongano o si uniscano intorno a noi per creare appunto quello che definisco 'You-niverse', un mondo digitale costruito 'intorno a te'"* (Montagna, 2022, p. 40)

Se le tappe precedenti hanno definito la fenomenologia percettiva e spaziale del Metaverso, la settima tappa sposta l'analisi sull'architettura sistemica e politica, introducendo il concetto di *decentralizzazione*. L'autore individua in questo passaggio il tentativo di sottrarsi alle logiche monopolistiche che hanno caratterizzato il Web 2.0, dominato da pochi grandi player proprietari delle piattaforme (si pensi ad Instagram, TikTok, YouTube e Twitch). L'infrastruttura tecnologica della Blockchain (Aks et al., 2022; Gadekallu et al., 2022; H. Huang et al., 2024) abilita la nascita di ecosistemi (come Decentraland o The Sandbox) e strumenti (wallet come MetaMask (W. M. Lee, 2023)) che ridefiniscono i

[5] "*La strada del Metaverso è a doppio senso. Noi andiamo in un mondo totalmente "virtuale" ma al tempo stesso, il mondo virtuale si presenta intorno a noi*" (Montagna, 2022, p. 40)

rapporti di potere: non più piattaforme proprietarie che concedono spazi d'uso, ma ambienti distribuiti governati da *smart contract*.

In questo scenario cambia radicalmente lo statuto dell'utente. La governance non è più definita unilateralmente dalla piattaforma proprietaria, ma si distribuisce attraverso forme decisionali collettive, come le DAO (Decentralized Autonomous Organizations), nelle quali le regole e le evoluzioni della piattaforma sono stabilite e validate dalla comunità degli utenti stessi (J. Li et al., 2023; F.-Y. Wang, 2022). La decentralizzazione introduce così un principio di disintermediazione che riguarda non solo gli aspetti tecnici, ma anche quelli operativi e organizzativi: gli ambienti non sono più governati da posizioni dominanti, bensì strutturati come ecosistemi aperti in cui le decisioni emergono dal basso e vengono validate dai suoi utenti (per un maggiore dettaglio si veda la sezione 1.3.1 dedicata a Blockchain e DAO). È questo ridisegno dei rapporti di potere, più che la mera tecnologia sottostante, a costituire l'elemento distintivo del Metaverso decentralizzato nella visione proposta da Montagna.

Questa riconfigurazione strutturale apre la strada all'ottava tappa, che definisce il Metaverso come persistente e (teoricamente) aperto. Per persistenza si intende la continuità temporale e identitaria: un luogo che "non si spegne" e in cui l'utente mantiene la propria identità (avatar, asset, storico) muovendosi attraverso diversi ambienti (Mystakidis, 2022). Tuttavia, su questo punto Montagna introduce una nota di realismo critico, distanziandosi dalle visioni più utopiche (come quella di Matthew Ball) che prevedono una totale interoperabilità tra mondi. L'autore sottolinea come l'economia reale delle Big Tech si fondi sulla *Data Economy* e sui "giardini chiusi" (walled gardens):

> *"Muoversi tra piattaforme, hardware e software, in modo semplice, e non come accade ora dove ogni volta che ti sposti hai user e login differenti, certo è una bella idea. Ma utopistica, come la pace nel mondo. Le economie reali infatti determinano l'esistenza delle aziende in base alla sostenibilità dei modelli di business. Perciò, penso sia un buon auspicio - per quanto lontano dalla realtà - finire in un mondo dove le big tech ci lasceranno sereni di muoverci liberamente in ambienti, senza una tracciatura della nostra futura esistenza, in una realtà digitale estesa…"* (Montagna, 2022, p. 45)

Sebbene la tecnologia (come i passaporti digitali su wallet) renda teoricamente possibile un'identità unificata e fluida, e un passaggio immediato e continuo fra piattaforme differenti, le barriere commerciali e normative renderanno probabilmente il Metaverso un insieme di mondi persistenti ma non totalmente permeabili tra loro.

Il percorso di definizione si conclude infine con la nona tappa, che rappresenta la sintesi economica e giuridica delle precedenti: il carattere *proprietario*.

> *"Un termine decisamente poco digitale, quasi da latifondista. Eppure, il Metaverso ci darà la possibilità di essere "proprietari" di beni come terreni, ambienti, case, oggetti - i famosi NFT che impazzano - e soprattutto saremo proprietari dei nostri dati, della nostra personalità, se sapremo usare bene la tecnologia della Blockchain"* (Montagna, 2022, p. 46)

In netta contrapposizione con le logiche del Web 2.0 odierno, dove l'utente è un "inquilino" e la titolarità dei contenuti rimane nelle mani della piattaforma, il Metaverso introduce la possibilità di possedere asset digitali certificati. La tokenizzazione tramite NFT (Non-Fungible Tokens) attribuisce unicità, tracciabilità e scarsità a beni interamente digitali, consentendo la creazione di un'economia fondata sulla proprietà distribuita (Alice, 2023; Belk et al., 2022). La proprietà non è concessa dalla piattaforma, ma registrata nella blockchain: uno spazio in cui gli utenti possono creare, possedere, scambiare e valorizzare ambienti, oggetti e identità (Gadekallu et al., 2022). Il valore dei beni digitali non è più una forma simbolica, ma un elemento strutturale del mercato, trasformando l'utente in un attore economico che opera all'interno di ecosistemi persistenti e decentralizzati.

La definizione finale proposta da Montagna sintetizza quindi le dimensioni analizzate lungo questo percorso:

> *"Il Metaverso è un mondo digitale, fatto di spazi, aperti e condivisi, in cui ci muoviamo fisicamente, in prima persona o rappresentati da avatar, per trovarci con altre persone, per interagire con loro, con gli oggetti e gli ambienti circostanti. È un mondo a cui accediamo attraverso pc, smartphone, occhiali, visori. Un mondo che estende le nostre esperienze fisiche portandoci in nuovi contesti dove reale e digitale si sovrappongono, dialogano o si sostituiscono, creando nuove esperienze personali, sociali e contestuali, di significato dove le transazioni economiche avvengono attraverso piattaforme, portafogli e monete virtuali che creano nuovi mercati".* (Montagna, 2022, p. 46)

Sebbene le definizioni di Mystakidis e Montagna offrano una solida base strutturale e culturale, la complessità del Metaverso richiede di integrare ulteriori prospettive che ne chiariscano le dinamiche interne di funzionamento fra utente e piattaforma. Per comprendere come questi ambienti funzionano e come vengono vissuti, è infatti necessario considerare anche le dimensioni sociali, economiche e cognitive che li caratterizzano. In

questo quadro si inseriscono i contributi di Weinberger (Weinberger, 2022), Riva e Ng (Riva & Wiederhold, 2022; D. T. K. Ng, 2022), che ampliano la definizione del Metaverso mettendone a fuoco, rispettivamente, le relazioni e gli incentivi economici, l'impatto trasformativo delle tecnologie immersive e il ruolo abilitante delle infrastrutture digitali.
Weinberger, in seguito alla meta-analisi condotta, definisce il Metaverso come:

> *"an interconnected web of ubiquitous virtual worlds partly overlapping with and enhancing the physical world. These virtual worlds enable users who are represented by avatars to connect and interact with each other, and to experience and consume user-generated content in an immersive, scalable, synchronous, and persistent environment. An economic system provides incentives for contributing to the Metaverse"* (Weinberger, 2022, p. 1)

In primo luogo, il contributo di Weinberger si differenzia per l'approccio metodologico: la sua definizione non nasce da una visione teorica individuale, ma da una meta-sintesi quali-quantitativa condotta su un corpus di pubblicazioni scientifiche selezionate e ponderate in base all'impatto accademico. Questo metodo conferisce alla sua formulazione un valore epistemico elevato, rappresentando il nucleo condiviso dal dibattito scientifico contemporaneo. Dalla meta-analisi svolta emergono due requisiti fondamentali di definizione del Metaverso che lo elevano da ambiente virtuale a sistema socio-economico complesso[6]. A differenza delle visioni puramente tecnologiche, qui l'infrastruttura economica non è accessoria ma definitoria: senza meccanismi di scambio, valore e rewarding, l'ecosistema non può sostenersi (si veda in tal senso la tappa nove di Montagna). Un secondo elemento distintivo riguarda la centralità dell'utente come co-creatore. La definizione stessa evidenzia come gli utenti accedano a questi mondi immersivi *"to experience and consume user-generated content"*, riconoscendo così che la scalabilità e la vitalità del Metaverso dipendono dalla capacità di abilitare gli utenti alla produzione di contenuti, oggetti ed esperienze ((Hussain et al., 2023) si vedranno in tal senso casi specifici dell'importanza nei metaversi di spazi creati e customizzati dagli utenti nel capitolo 3). L'utente non è un fruitore passivo, ma un agente produttivo che genera valore economico, culturale e sociale. Infine, Weinberger conferma la distinzione architetturale tra i singoli *virtual worlds* e il *Metaverso*, definendo quest'ultimo come una *"rete interconnessa di mondi virtuali onnipresenti"*, già vista in precedenza (Dionisio et al., 2013) .

[6] *"An economic system provides incentives for contributing to the Metaverse"* (Weinberger, 2022, p. 1)

Accanto alle prospettive tecnica, culturale ed economica fin qui delineate, un ulteriore contributo decisivo alla definizione del Metaverso proviene dall'analisi neurocognitiva proposta da Riva e Wiederhold (Riva & Wiederhold, 2022). Gli autori non formulano una definizione tassonomica del fenomeno, ma ne chiariscono la natura funzionale spostando l'attenzione dal sistema tecnologico al soggetto che lo abita. Il punto di partenza è la constatazione che il Metaverso opera secondo gli stessi principi predittivi che regolano il funzionamento della mente umana: *"the metaverse works like our minds"* (Riva & Wiederhold, 2022, p. 356) richiamando i modelli di *predictive coding*[7] su cui si fonda la percezione umana. La presenza, intesa come sensazione di "essere lì" (Barranco Merino et al., 2023; Barta et al., 2023; C. S. Oh et al., 2018; Slater, 2003), non è quindi un semplice effetto immersivo, ma il risultato dell'attivazione dei meccanismi neurocognitivi deputati alla costruzione dell'esperienza del luogo e del corpo. Questa prospettiva introduce una distinzione concettuale di grande rilievo: a differenza dei media del Web 2.0, che Riva e Wiederhold definiscono *tecnologie persuasive*, il Metaverso si configura come una *tecnologia trasformativa*. Non modifica soltanto opinioni, atteggiamenti o comportamenti, ma interviene sui processi percettivi che strutturano il modo in cui il soggetto esperisce la realtà, attivando i circuiti neurali responsabili dell'orientamento spaziale, dell'embodiment (Zhipu, 2023), della sincronizzazione sociale (E. Han et al., 2023) e della regolazione emotiva (A. Suh, 2024). L'efficacia del Metaverso non risiede dunque nella sua capacità di influenzare, ma nella sua capacità di *simulare* in modo predittivamente coerente gli stimoli che il cervello si aspetta dal mondo fisico, rendendo credibile e percettivamente consistente l'ambiente immersivo in cui il soggetto si trova.

Questa prospettiva neurocognitiva consente di rileggere anche alcune categorie mediologiche proposte da Montani. L'idea di *sensorio digitale* e di *material engagement*, che descrive la continuità tra gesto, percezione e ambiente computazionale, trova infatti nel modello del *predictive coding* una base neurofisiologica: il Metaverso produce presenza perché si inserisce nel circuito senso-motorio che struttura l'esperienza del mondo. Allo stesso modo, la nozione di *scrittura estesa* come capacità dei media digitali di rimodellare l'esperienza si integra con la definizione di Riva e Wiederhold di tecnologia trasformativa, capace di intervenire sui processi percettivi e cognitivi dell'utente. Le due prospettive convergono dunque nel riconoscere come l'esperienza metaversale non sia meramente

[7] Il predictive coding è un modello neurocognitivo secondo il quale il cervello umano non si limita a elaborare passivamente le informazioni sensoriali che riceve dall'esterno, ma agisce come un generatore attivo di modelli di realtà.

rappresentativa, ma si radichi in un'interazione profonda tra corpo, percezione e ambiente digitale.
Questa lettura consente di superare l'interpretazione del Metaverso come "luogo altro", tipica degli immaginari di derivazione cyberpunk, e lo riconcettualizza come spazio di *interrealtà*, in cui dimensione fisica e dimensione virtuale si intrecciano e si modificano reciprocamente attraverso meccanismi di sincronizzazione continua. Il contributo di Riva e Wiederhold si presenta dunque pienamente complementare alle definizioni precedenti: chiarisce perché la dimensione immersiva descritta da Mystakidis sia percepita come credibile, integra la genealogia ricostruita da Montagna mostrando come l'embodied internet trovi fondamento nei processi neurocognitivi, e completa la dimensione socio-economica evidenziata da Weinberger illuminando il modo in cui gli utenti vivono, interpretano e interiorizzano gli ambienti del Metaverso.

Infine, a completare il quadro definitorio intervenendo sul piano strutturale, si colloca il contributo di Ng (D. T. K. Ng, 2022). Se le definizioni precedenti hanno indagato la natura ontologica, economica e psicologica del fenomeno, Ng si focalizza sull'architettura tecnologica necessaria a sostenere il Metaverso come ecosistema scalabile. L'autore non si limita a citare le tecnologie immersive, ma identifica cinque pilastri operativi indispensabili: Realtà Estesa (XR), sistemi basati su avatar, Intelligenza Artificiale (AI), simulazioni e sistemi di gestione dell'apprendimento (LMS).
Il contributo specifico di Ng risiede nell'esplicitare il ruolo dell'Intelligenza Artificiale e del Cloud Computing (Advanced Computing) come motori invisibili ma essenziali: l'AI non serve solo a gestire i "non-player characters" (Korkiakoski et al., 2025), ma a garantire la reattività dell'ambiente e la personalizzazione dell'esperienza, mentre il cloud assicura quella continuità e accessibilità globale che l'hardware locale non potrebbe sostenere. Inoltre, includendo i sistemi LMS e le simulazioni, Ng formalizza il Metaverso non solo come spazio ludico o commerciale, ma come piattaforma operativa per l'apprendimento e la collaborazione professionale. In questa visione, la blockchain e gli NFT non sono solo strumenti economici (come in Weinberger), ma componenti infrastrutturali che garantiscono l'interoperabilità tra questi cinque pilastri. Ng offre dunque la definizione più "ingegneristica", descrivendo il Metaverso come un ecosistema convergente dove l'immersione (VR/AR) è sostenuta da un back-end complesso di calcolo (AI/Cloud) e certificazione (Blockchain).

Se le definizioni tecniche, economiche e psicologiche, analizzate finora, hanno chiarito il funzionamento strutturale e l'architettura sistemica del Metaverso, resta aperta una questione di ordine teorico più generale: *quale tipo di oggetto mediale esso rappresenti*.

Le tassonomie proposte, così come il percorso genealogico ricostruito da Montagna, descrivono infatti in modo efficace di che cosa è composto questo ecosistema e quali logiche ne regolano il funzionamento. Tuttavia, per coglierne la reale specificità, rispetto al Web 2.0 e ai digital media precedenti, è necessario adottare una prospettiva mediologica capace di interrogare il Metaverso sul piano del suo statuto iconico ed esperienziale, ovvero di comprendere che cosa l'immagine diventi, all'interno di questi ambienti: da superficie di rappresentazione essa si muta in ambiente esperibile (si veda il concetto di superficie di iscrizione di (Montani, 2020), ridefinendo la posizione del soggetto da osservatore, che si collocava di fronte all'immagine, ad agente che abita l'immagine stessa.

Il Metaverso, in particolare nelle sue declinazioni immersive accessibili tramite dispositivi di realtà virtuale (pur non esaurendosi in esse (Ball, 2022)), può essere interpretato come una delle espressioni più avanzate di un processo che Pinotti definisce l'ambientalizzazione dell'immagine (*environmentalizing the image*) (Pinotti, 2020). In questa prospettiva, le tecnologie immersive contemporanee non inaugurano ex novo una modalità radicalmente inedita di esperienza visiva, ma portano a un punto di particolare intensità una tensione che attraversa la storia dei media: la progressiva messa in crisi della distanza percettiva tra immagine e spettatore.

Pinotti apre la propria analisi richiamando quello che definisce il "mito fondativo del cinema", ossia la leggenda secondo cui il pubblico della prima proiezione de *L'Arrivée d'un train à La Ciotat* dei fratelli Lumière sarebbe fuggito dalla sala per evitare l'impatto del treno in corsa (Pinotti, 2020, p. 595). Pur riconoscendone il carattere leggendario, l'autore ne sottolinea la fecondità teorica, in quanto il racconto illustra una tensione ricorrente nella storia delle immagini: la progressiva messa in discussione della *soglia* tra lo spazio della rappresentazione e lo spazio della realtà.

A partire da questo episodio, l'autore ricostruisce una lunga genealogia di pratiche visive e dispositivi mediali in cui tale soglia viene progressivamente problematizzata. Dai dispositivi illusionistici della tradizione pittorica, come il trompe-l'œil, fino ai film meta-cinematografici di inizio Novecento, come *Sherlock Jr.* di Buster Keaton, e alle esperienze immersive contemporanee, l'immagine tende a perdere la propria configurazione di superficie frontale e a presentarsi come uno spazio esperienziale in cui lo spettatore è chiamato a entrare, a essere parte dell'ambiente mediale (Slater, 2003). In questo processo

non è messo in discussione soltanto il contenuto dell'immagine, ma la sua stessa forma: la cornice, intesa come dispositivo di separazione e di delimitazione, viene progressivamente indebolita, fino a risultare percettivamente inaccessibile nei dispositivi immersivi.

È precisamente su questo slittamento formale che si innesta il concetto di *unframedness* (assenza di cornice), elaborato da Casetti e Pinotti nell'ambito della loro riflessione sull'ecologia post-cinematografica (Casetti & Pinotti, 2020). Con tale termine, gli autori indicano una trasformazione radicale dell'esperienza iconica in cui, superando la tradizionale "dittatura della cornice", viene meno la possibilità strutturale di collocarsi "fuori" dall'immagine (*"off-image"*).

Nelle forme tradizionali di fruizione visiva - dalla pittura al cinema classico - la presenza di una cornice agisce infatti come un templum, *"un taglio che separa lo spazio sacro della rappresentazione dallo spazio profano della realtà"*[8]. Questa separazione garantisce sempre allo spettatore una via di fuga percettiva: in qualsiasi momento, lo sguardo può deviare verso l'*off-image* (Casetti & Pinotti, 2020), verso ciò che appartiene allo spazio fisico circostante, ristabilendo la distanza di sicurezza tra il mondo rappresentato e il mondo reale. Tale possibilità costituisce una componente fondamentale dell'esperienza tradizionale dei media digitali mediati dallo schermo, poiché consente di sospendere l'immersione e riconoscere lo statuto di finzione dell'immagine.

Nell'analisi di Casetti e Pinotti, focalizzata sulle tecnologie immersive (HMD: Head-Mounted Displays), questa condizione viene radicalmente meno. Una volta indossato il dispositivo, il soggetto entra infatti in un campo visivo a 360 gradi in cui *"non è più possibile vedere altro che immagini"* (Casetti & Pinotti, 2020, p. 202), e l'ambiente iconico continua a dispiegarsi in modo continuo attorno all'utente. L'immagine non è più delimitata da bordi riconoscibili (unframed) oltre i quali ritrovare la realtà fisica, ma coincide con l'orizzonte percettivo stesso, eliminando la distinzione tra "dentro" e "fuori" la rappresentazione.

Tuttavia, affinché il concetto di *unframedness* risulti pienamente applicabile alla complessità del Metaverso - che, come evidenziato in precedenza, non coincide necessariamente con la Realtà Virtuale né richiede obbligatoriamente HMD (Ball, 2022) - è necessario operare un'estensione teorica di questa categoria. Se nella VR l'assenza di

[8] Si faccia riferimento alla seguente definizione fornita dagli stessi autori *"The very etymology of "contemplation" (from "temple," Latin templum, Greek temenos) implies a cut (evoked by the Indo-Germanic root tem-) instituting the separation of the sacred from the profane space"* (Casetti & Pinotti, 2020, p. 203)

cornice è un fattore percettivo (la saturazione del campo visivo), nel Metaverso inteso come ecosistema persistente, immersivo ma non legato in modo indissolubile ai sistemi VR (Montagna, 2022), essa diventa una condizione funzionale, valida indipendentemente dal dispositivo di accesso.

Anche quando l'accesso avviene tramite uno schermo bidimensionale (come un PC o uno smartphone), dove la cornice fisica rimane visibile, la logica dell'esperienza muta profondamente rispetto alla fruizione mediale classica. Nel Metaverso, l'utente non si trova più di fronte a un'immagine-oggetto da contemplare (bidimensionale e non manipolabile), bensì all'interno di un'immagine-ambiente da abitare e che può modificare in tempo reale per sé e gli altri utenti. L'*unframedness* si manifesta qui nella perdita della posizione esterna dell'osservatore: l'ambiente digitale diventa uno spazio continuo da navigare proseguendo idealmente oltre i limiti del monitor e persistendo nel tempo (Mystakidis, 2022). Il soggetto non risulta più uno spettatore distaccato, ma agente situato in mondi che evolvono costantemente a prescindere dal suo accesso: un mondo vivo che genera un senso di presenza e compresenza che si analizzerà in seguito (Barranco Merino et al., 2023; D. Y. Kim et al., 2025; Slater, 2003). In questo senso, l'immagine perde il suo carattere di "isola" separata dalla realtà e dal soggetto, per divenire un contesto operativo con cui il soggetto si trova ad interagire.

Nel momento in cui l'immagine si ambientalizza, perdendo i confini formali (e non solo percettivi) della cornice, essa smette di apparire come una semplice raffigurazione della realtà e inizia a proporsi come realtà stessa. È qui che il concetto di unframedness (l'assenza di cornice) evolve in quello di *an-iconologia* (Pinotti, 2017). Secondo l'autore, le immagini immersive e interattive contemporanee possono essere definite appunto come "*self-negating images*" (Pinotti, 2017), ovvero immagini che negano il proprio statuto di immagini rappresentative. Tale negazione non implica la scomparsa dell'immagine in quanto tale, bensì il venir meno della sua funzione tradizionale di *immagine-di* qualcos'altro. Nelle immagini immersive e interattive, esse non si offrono più come oggetto frontale da osservare, ma si configurano come ambienti. In questo senso, l'immagine non rimanda a un mondo assente, ma istituisce un contesto di esperienza attuale, sostituendo la logica della *rappresentazione* con quella della *presentificazione* (Pinotti, 2017).

Questa trasformazione dello statuto dell'immagine investe in modo diretto anche la posizione del soggetto. Venendo meno la cornice e la distanza che essa garantiva, il fruitore non può più collocarsi nella posizione di semplice osservatore, posto di fronte all'icon

(immagine), ma diventa un *experiencer* (Pinotti, 2017): un soggetto incarnato che abita un *quasi-mondo* dotato di continuità spaziale, stimoli multisensoriali e possibilità di azione.
Pur individuando nella Realtà Virtuale il punto di massima intensità di tale trasformazione, Pinotti chiarisce che l'an-iconicità non deve essere intesa come una proprietà binaria, bensì come una dimensione continua, distribuita lungo una scala di intensità[9].
Questa precisazione consente di estendere il modello an-iconico oltre la VR in senso stretto: anche gli ambienti digitali persistenti e interattivi del Metaverso, pur accessibili tramite schermo bidimensionale, si collocano lungo questo gradiente, orientando l'esperienza verso forme in cui l'immagine tende a negare sé stessa per diventare oggetto manipolabile ed ambiente abitale, capace di generare un senso di presenza (*feeling of being there*).
Nel tentativo di ricomporre il quadro emerso, appare evidente come le definizioni analizzate non siano tra loro alternative, ma riconducibili a piani diversi di osservazione dello stesso fenomeno. I contributi di matrice tecnica, economica e psicologica hanno consentito di chiarire le condizioni di possibilità del Metaverso e i meccanismi che ne sostengono il funzionamento, mentre la lettura mediologica ha messo in luce una trasformazione più profonda dello statuto dell'immagine e della posizione del soggetto, che da spettatore esterno tende a configurarsi come abitante e agente all'interno di ambienti esperienziali persistenti.
La difficoltà di pervenire a una definizione unitaria non va dunque interpretata come una carenza teorica, ma come il riflesso di una configurazione ancora instabile e processuale. Il Metaverso non si presenta oggi come un oggetto pienamente compiuto, bensì come un campo di tensioni tra modelli differenti. Da un lato, emerge l'idea di un Metaverso inteso come rete interoperabile di mondi persistenti (T. Li et al., 2023; Yang et al., 2025), in grado di garantire continuità di identità, dati e asset; dall'altro, l'analisi delle piattaforme attualmente operative restituisce una coesistenza di ambienti chiusi, regolati da logiche tecnologiche ed economiche eterogenee, nei quali l'interoperabilità rimane parziale o assente (Perey, 2024; Steed, 2024). In questo senso, alla luce dello stato attuale risulta consigliabile distinguere tra il Metaverso come orizzonte teorico e una condizione attuale

[9] *"In my opinion, an-iconicity is less to be considered as a property which is either present or absent (according to the model on/off) than as a gradient property which is located on a scale from a minimum to a maximum (this latter intended as a limit open onto the future). The adoption of the gradient model enables full exploitation of a fruitful heuristic perspective: it is not only interesting to understand what kind of experience we make of contemporary an-icons, but also to retrospectively reconstruct their genealogy, tracing back the origins of the an-iconic drive to the Palaeolithic cave paintings. With the aid of art history and media archaeology, we can explore different modalities that have challenged the threshold separating the real and the iconic world throughout the history of images, resulting in osmotic media […], and aiming at different forms of presence, immersion, interaction, variously combined"* (Pinotti, 2017, p. 4)

più correttamente descrivibile come Multiverso (Arcagni, 2020), ovvero come compresenza di mondi virtuali autonomi e proprietari, accomunati da tratti strutturali simili ma non integrati in un unico ecosistema coerente (Ball, 2022). Tale distinzione consente di collocare le definizioni discusse all'interno di un orizzonte evolutivo e in fieri, evitando sia una visione unitaria prematura sia una riduzione del fenomeno a singole piattaforme o tecnologie.

Alla luce di queste considerazioni, il Metaverso può essere inteso non come uno spazio digitale uniforme, ma come una configurazione emergente dell'esperienza mediale e culturale, nella quale convergono dimensioni tecniche, economiche ed esperienziali. In questa prospettiva, esso si configura come un ecosistema socio-tecnico in divenire, caratterizzato da ambienti digitali persistenti e interattivi, nei quali l'immagine tende a farsi ambiente e il soggetto non si limita a fruire contenuti, ma agisce come agente situato, incarnato e relazionale. La sua forma attuale è segnata da una pluralità di mondi parzialmente interoperabili, mentre la sua evoluzione futura dipenderà dallo sviluppo delle infrastrutture tecnologiche, economiche e politiche che ne rendono possibile l'esistenza e che saranno analizzate nella sezione successiva.

1.2 Le dimensioni Tecnologiche e Interattive del Metaverso

Il Metaverso si configura come un ecosistema tecnologico e sociale in fieri, fondato su diverse modalità di interazione tra uomo e tecnologia. Comprendere queste dinamiche è cruciale per analizzare le esperienze degli utenti e le future possibilità di sviluppo. Nella sezione 1.2.1 si esamineranno le principali tipologie d'interazione, dai mondi virtuali alla realtà aumentata, fino ai mirror worlds e al lifelogging, evidenziandone il ruolo attuale e futuro nel Metaverso. Questa dimensione hardware risulta tuttavia limitata senza un'adeguata integrazione software per creare una user experience realmente immersiva.

1.2.1 Virtual worlds, augmented reality, mirror worlds e lifelogging

Mondi virtuali (Dincelli & Yayla, 2022), realtà aumentata (Bolter et al., 2021), mirror worlds (Gautam et al., 2018) e lifelogging (Gurrin et al., 2014) rappresentano le quattro tecnologie fondamentali, che offrono esperienze differenti ma potenzialmente complementari di fruizione di un'esperienza immersiva. Sebbene non tutte vengano attualmente sfruttate nei metaversi esistenti, lo scopo è comprendere il contributo di ciascuna di esse nei suoi sviluppi futuri e, soprattutto, la possibile integrazione fra esse

(Veeraiah et al., 2022; Alimamy & Jung, 2025). Un utile quadro teorico per comprendere le relazioni e le differenze tra di esse è porle lungo due assi di un piano cartesiano.

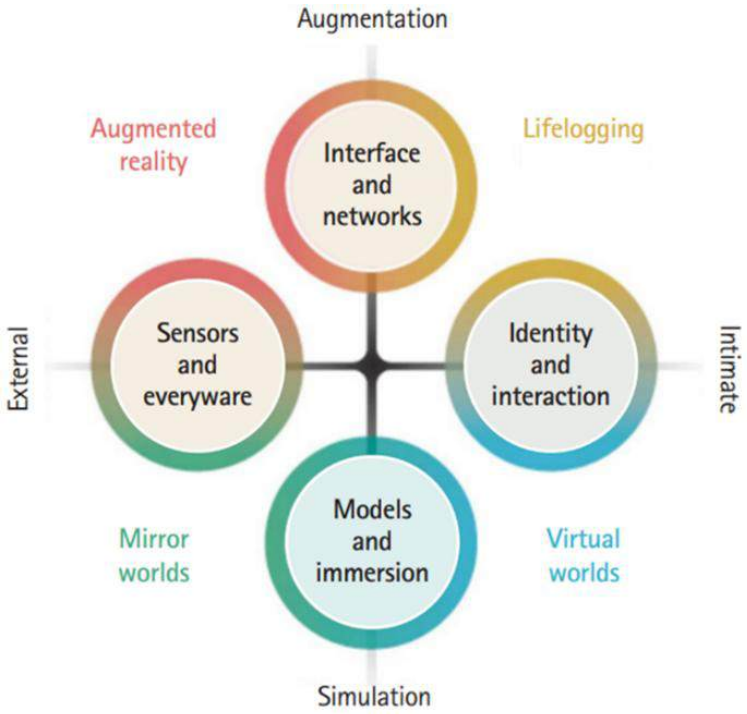


Figura 1.5 Il posizionamento sugli assi di augmentation vs simulation, e di intimate vs external. (Yu, 2022) e (I. Lee et al., 2022) e (MiTra, 2023)

Il primo asse, *augmentation-simulation*, descrive il grado di immersione e il rapporto con il mondo reale. Sul versante dell'augmentation, tecnologie come la realtà aumentata (AR (Gattullo et al., 2022)) e il lifelogging (Aiordachioae & Vatavu, 2024a) arricchiscono il mondo fisico attraverso la sovrapposizione di informazioni digitali o l'interazione diretta tra l'individuo e l'ambiente reale, mantenendo un forte legame con la realtà circostante. All'opposto, la simulation si concentra sulla creazione di ambienti completamente digitali, come i mondi virtuali e i mirror worlds (Gautam et al., 2018), che possono replicare o reimmaginare la realtà. Questo secondo approccio (di simulation) distacca l'utente dal contesto fisico, immergendolo in una "realtà altra".

Il secondo asse, che vede contrapposte *intimità-esteriorità*, si riferisce al livello di connessione tra l'individuo e l'ambiente, sia esso fisico o virtuale. Sul lato dell'intimità, il lifelogging e i mondi virtuali (VR) pongono l'esperienza personale e la relazione tra utenti al centro; all'opposto, l'esteriorità è rappresentata da AR e mirror worlds, in cui il focus non è sull'esperienza utente ma creare una connessione dinamica tra l'utente e l'ambiente circostante, arricchendo e ampliando le informazioni che il soggetto riceve da ciò che lo circonda (Tilden et al., 2011).

Il modello a due assi proposto consente di collocare le principali tecnologie immersive lungo coordinate funzionali, mettendone in evidenza differenze e affinità in termini di rapporto con il reale e di centralità dell'esperienza individuale. Tale impostazione risulta utile per una prima mappatura del campo, ma rischia di rimanere descrittiva se le tecnologie vengono considerate come categorie discrete e autosufficienti. Un approccio di questo tipo, infatti, tende a frammentare il panorama tecnologico in unità separate, senza coglierne le continuità.

Per superare questa parcellizzazione e interpretare il Metaverso come un ecosistema integrato di tutte queste differenti tecnologie, si rende necessario introdurre un livello di analisi centrato non solo sul dispositivo in sé, ma anche sulle modalità esperienziali che vengono a realizzarsi tramite il medium stesso. In questa prospettiva (Steuer, 1992), l'esperienza immersiva restituita dal Metaverso, inteso come insieme di mondi 3D interoperabili, può essere letta in termini di *presenza mediata (telepresenza*[10]*)* (Steuer, 1992), ovvero come il grado in cui un ambiente - reale o simulato - viene percepito come spazio primario di esperienza, fino a prevalere, sul piano percettivo e attentivo, sull'ambiente fisico immediato. Tale presenza non costituisce una proprietà binaria né esclusiva di una singola tecnologia, ma varia lungo un continuum in cui combinazioni dei differenti media possono modificare il senso di presenza e di agency (Dumeva et al., 2024). In particolare, la qualità dell'esperienza immersiva può essere ricondotta alla combinazione di due dimensioni fondamentali: la *vividezza*, intesa come ricchezza sensoriale dell'ambiente mediato, e l'*interattività*, ovvero il grado in cui l'utente può intervenire e modificare l'ambiente in tempo reale (Kumar et al., 2024). Queste dimensioni non definiscono tecnologie specifiche, ma rappresentano assi analitici trasversali che consentono di mettere in relazione mondi virtuali, realtà aumentata, mirror worlds e pratiche di lifelogging, evidenziando come ciascuna di esse moduli in modo diverso l'esperienza di telepresenza (Barta et al., 2023; Muhammad Sohail Jafar et al., 2024).

Riletto attraverso questa lente, il framework proposto tramite i due assi cartesiani di intimità-esteriorità e simulato-aumentato, può essere reinterpretato non solo come una classificazione tecnologica, ma come una mappa di differenti configurazioni esperienziali, all'interno delle quali le singole tecnologie assumono ruoli distinti ma potenzialmente

[10] *"Presence is defined as the sense of being in an environment. […] Telepresence is defined as the experience of presence in an environment by means of a communication medium"* (Steuer, 1992, p. 6) *Presence* è definita come il senso percettivo dell'"essere in un ambiente", intesa come esperienza fenomenologica del soggetto. Quando tale esperienza non deriva da una percezione diretta del mondo fisico, ma è generata attraverso un dispositivo o un sistema di mediazione tecnologica, Steuer parla di *telepresence*.

complementari nel generare un senso di presenza (mediata) con differenti livelli di vividezza e interattività. Su questa base teorica, è possibile procedere all'analisi delle diverse tecnologie, considerandole non come "scatole chiuse", ma come declinazioni specifiche di un ecosistema mediale più ampio, quello del Metaverso.

La realtà virtuale (VR) rappresenta la tecnologia più distintiva (pur non essendo l'unica (Ball, 2022)), di come questo universo digitale possa essere vissuto in modo immersivo. Le realtà virtuali si configurano infatti come ambienti digitali tridimensionali, progettati per consentire agli utenti di vivere un'esperienza alternativa rispetto alla realtà fisica, tramite l'utilizzo di visori (HMD), ma anche tramite piattaforme web più tradizionali, accessibili da desktop e mobile[11]. In questi spazi, gli utenti interagiscono attraverso avatar personalizzati (D. Y. Kim & Lee, 2025), sperimentando un senso di presenza che li colloca al centro dell'esperienza digitale, garantendo una partecipazione attiva e diretta (Le, 2025). Questi ambienti non si limitano a replicare fedelmente il mondo reale, ma lo reinterpretano in modo creativo, offrendo nuove opportunità di interazione sociale, creando spazi per la collaborazione professionale (Narayanamma et al., 2024; Lau et al., 2025), l'apprendimento esperienziale e la costruzione di comunità di utenti con interessi comuni.
Per questo motivo i mondi virtuali si posizionano lungo l'asse della simulazione, evidenziando la loro natura completamente digitale che sostituisce temporaneamente il mondo fisico, e su quello dell'intimità: i mondi virtuali pongono il soggetto al centro dell'attenzione, fornendo all'utente una piena possibilità di espressione di sé attraverso il proprio avatar e i comportamenti che esso compie (interattività) in un ambiente sensorialmente ricco (vividezza).
Dal punto di vista tecnologico, i mondi virtuali si basano su motori grafici 3D avanzati, intelligenza artificiale e, in alcuni casi, blockchain per supportare la creazione e lo scambio di beni virtuali (Gadekallu et al., 2022). Questi strumenti non solo potenziano l'immersività degli ambienti virtuali, ma ne garantiscono anche la scalabilità e la personalizzazione. A differenza delle tecnologie di augmentation, che arricchiscono il mondo fisico con elementi digitali, i mondi virtuali separano l'utente dalla realtà circostante, proiettandolo in una

[11] Piattaforme come Decentraland, Zepeto e Roblox si configurano come realtà virtuali, ossia ambienti digitali tridimensionali e immersivi sul piano esperienziale, nei quali il soggetto viene collocato all'interno di un mondo altro persistente, capace di generare un senso di presenza e di copresenza con altri utenti. L'accesso a tali ambienti non è tuttavia vincolato all'utilizzo di visori (HMD), ma può avvenire anche tramite browser web da desktop e mobile. Ne consegue la necessità, anche in ambito hardware, di *non ridurre il medium al dispositivo*, ma di considerarlo in funzione dello spettro esperienziale che esso genera in termini di vividezza e interattività.

“realtà altra” (Casetti & Pinotti, 2020). Questa realtà altra, resa ancora più forte dall’utilizzo di visori, rappresenta una delle attuali direzioni di sviluppo del Metaverso: un mondo in cui l’utente si trova calato in modo completo in una esperienza totalizzante. Questa completa immersione e focus sull’intimità punta a coinvolgere in modo pieno il soggetto, rendendo il Metaverso uno spazio adatto al gaming multiplayer (Jo et al., 2025), l’intrattenimento immersivo, la formazione professionale e la collaborazione creativa (Nah et al., 2025).



Figura 2.a: Partecipazione a una classe virtuale da parte di studenti su Zepeto (Kye et al., 2021). Come si evince l’accesso alla realtà virtuale non implica come condizione sine qua non l’utilizzo dei visori, ma l’ambiente immersivo in cui il soggetto è calato può generare un elevato senso di telepresenza.

Alcuni esempi pratici, e già attualmente diffusi, (Kye et al., 2021) sono piattaforme come Roblox (centrata sul gaming), Decentraland (focalizzata su eventi e incontri), e Zepeto, particolarmente diffuso nel mercato asiatico con applicazioni sia di stampo ludico che di taglio educational (figura 2.a).

Durante la pandemia da COVID-19, quando l'accesso alle scuole fisiche era limitato, la "Classroom Map" offerta da Zepeto ha infatti permesso agli studenti di continuare a partecipare ad attività scolastiche in un ambiente virtuale. Attraverso questa mappa, i docenti potevano creare stanze, invitare gli studenti e gestire interazioni educative tramite avatar, utilizzando strumenti di comunicazione sia testuali che vocali. L'uso di Zepeto in questo contesto ha dimostrato il potenziale dei mondi virtuali nell'arricchire l'istruzione tradizionale (Kye et al., 2021) e la comunicazione frontale di piattaforme di web meeting (Zoom, Teams, Google Meet). La VR pur rappresentando, anche nel pensiero comune, la tecnologia principe per il Metaverso, non esclude tuttavia il ricorso alle altre tre tipologie, in ottica sinergica.

In questa direzione, il contributo di Slater (Slater, 2003, 2009) è decisivo per qualificare l'esperienza della Realtà Virtuale nella sua specificità: l'autore distingue l'Immersione (proprietà tecnica del sistema che isola i sensi) dalla Presenza (la risposta psicologica di *Place Illusion*, ovvero la sensazione di "essere altrove"). La VR rappresenta dunque l'estremo in cui l'immersione è massima e il mondo fisico viene temporaneamente sostituito. Tuttavia, ridurre il Metaverso alla sola sostituzione della realtà sarebbe riduttivo. Per comprendere come l'ecosistema includa anche tecnologie non isolanti, è necessario riferirsi al *Reality-Virtuality Continuum* (Milgram & Kishino, 1994).

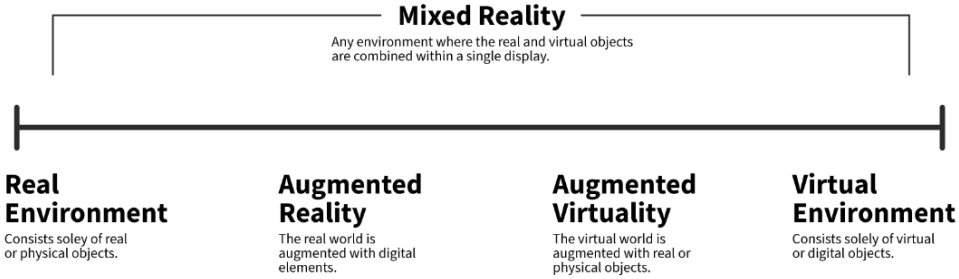


Figura 2.b: Reality-Virtuality Continuum

Secondo il modello, non esiste una frattura netta tra fisico e digitale, ma uno spettro continuo di Mixed Reality in cui reale e virtuale si combinano in proporzioni variabili. È proprio muovendosi lungo questo asse, allontanandosi dall'estremo della pura virtualità per riavvicinarsi al contesto fisico, che trova la sua collocazione la Realtà Aumentata (AR).

La realtà aumentata (AR) si caratterizza per la sua capacità di sovrapporre elementi digitali al mondo reale (Carmigniani & Furht, 2011). A differenza della VR, che si colloca nel dominio della simulazione, creando ambienti immersivi ma separati dal mondo fisico, l'AR opera nel dominio dell'*augmentation*, arricchendo con informazioni e oggetti la realtà in cui il soggetto si trova.

In questo quadro teorico, il riferimento fondativo per una definizione rigorosa di Realtà Aumentata è rappresentato dal lavoro di Azuma (Azuma, 1997), che propone una concettualizzazione dell'AR non basata sulle tecnologie impiegate, ma sulle caratteristiche strutturali dell'esperienza prodotta e di tre condizioni necessarie che ne qualificano il funzionamento: la combinazione di elementi reali e virtuali all'interno dello stesso ambiente percettivo, l'interattività in tempo reale e la registrazione tridimensionale (3D registration) degli oggetti digitali nello spazio fisico.

- In primo luogo, l'AR presuppone la compresenza di elementi reali e virtuali all'interno dello stesso ambiente percettivo, mantenendo il mondo fisico come riferimento primario dell'esperienza e integrandovi contenuti digitali.

- Essa richiede inoltre un elevato grado di interattività in tempo reale, tale per cui l'utente possa agire sull'ambiente e il sistema risponda immediatamente e in modo coerente alle sue azioni, distinguendo l'AR da forme di sovrapposizione statica o meramente illustrativa.
- Il terzo requisito infine, ossia la registrazione tridimensionale (3D registration), garantisce la coerenza spaziale tra elementi digitali e ambiente fisico. Gli oggetti virtuali devono risultare geometricamente allineati al mondo reale, mantenendo posizione, scala e prospettiva corrette anche al variare del punto di vista dell'utente. È proprio questo ancoraggio tridimensionale a rendere possibile un'integrazione stabile e credibile tra reale e virtuale, evitando che i contenuti digitali appaiano come semplici overlay bidimensionali.

La definizione proposta da Azuma (Azuma, 1997) consente inoltre di chiarire come la Realtà Aumentata si collochi all'interno del dominio dell'augmentation: mentre la VR tende a sostituire l'ambiente reale con uno spazio simulato, l'AR mantiene il contesto fisico come riferimento primario dell'esperienza, arricchendolo attraverso l'inserimento di contenuti digitali contestuali. In questa prospettiva, l'AR non mira a generare una Place Illusion nel senso definito da Slater (Slater, 2009; Slater et al., 2022), ma a potenziare il "qui e ora" dell'utente mediante un'integrazione dinamica tra reale e virtuale. Questa impostazione teorica risulta particolarmente utile per analizzare le applicazioni contemporanee dell'AR.



Figura 3a: Esempi di augmented reality (IKEA Place) (Kemec, 2022)

Alcuni esempi (Kemec, 2022) sono rappresentati da applicazioni come Pokémon GO (Y. Chong et al., 2018) o IKEA Place (Ozturkcan, 2021), che permettono agli utenti di

interagire con oggetti digitali nel proprio ambiente fisico, rendendo queste esperienze profondamente legate al contesto spaziale e temporale "reale" dell'utente (figura 3a),

A livello applicativo, la realtà aumentata si distingue per la sua versatilità e per il suo impatto in numerosi settori. Nell'educazione, l'AR viene utilizzata per creare esperienze di apprendimento più coinvolgenti, come la possibilità di esplorare ricostruzioni 3D sovraimposte a immagini di siti storici o visualizzare il funzionamento interno di macchinari complessi (Yuen et al., 2011).

Nel retail, esempi come IKEA Place (figura 3a) dimostrano come la realtà aumentata possa migliorare l'esperienza d'acquisto (Watson et al., 2018; Whang et al., 2021), consentendo agli utenti di visualizzare "virtualmente" i prodotti nel proprio spazio abitativo, per comprenderne il posizionamento e previsualizzarlo anche rispetto alla propria living situation e al proprio stile di arredamento.

In ambito lavorativo, infine, le applicazioni AR vengono utilizzate per supportare interventi complessi o aumentare la produttività in ambienti industriali (Sereno et al., 2020). In sintesi, la realtà aumentata rappresenta una tecnologia che ridefinisce il modo in cui gli utenti percepiscono e interagiscono con il mondo circostante, aumentando - appunto - il mondo con elementi digitali arricchenti. Sebbene il concetto di arricchimento dell'AR si sposi - ad oggi - quasi unicamente con la realtà fisica, l'AR mostra potenzialità di piena integrazione anche con la VR (Augmented Virtuality: Milgram & Kishino, 1994): il soggetto si può infatti ritrovare in un mondo immersivo ma in cui sono sovraimposte informazioni per ottenere maggiori dettagli su oggetti virtuali (si veda figura 3b).



Figura 3b: Esempio di VR senza AR, a sinistra, ed esempio di VR con AR, a destra, in cui informazioni dettagliate vengono sovraimposte ad oggetti dell'ambiente virtuale per maggiori approfondimenti, superando alcuni limiti fisici di renderizzazione tipici della realtà virtuale. (Xi et al., 2024)

A queste due declinazioni mediali, si affiancano altri strumenti che sono già largamente diffusi: il lifelogging e i mirror worlds.

Il lifelogging è costituito da dispositivi che effettuano un monitoraggio dei dati biometrici di differente natura. Attraverso strumenti come smartwatch, sensori indossabili e applicazioni dedicate, è possibile raccogliere informazioni dettagliate sullo stato fisico, fisiologico e comportamentale degli utenti, come frequenza cardiaca, consumo calorico, numero di passi, attività fisica e qualità del sonno (Gurrin et al., 2014; P. Yang et al., 2018). Sebbene il lifelogging non sia una componente imprescindibile del Metaverso, il suo utilizzo può arricchire significativamente l'esperienza, offrendo livelli avanzati di personalizzazione, integrando ad esempio il mondo immersivo con dati fisiologici dell'utente in quel momento (Aiordachioae & Vatavu, 2024).

Fitbit o Apple Watch sono solo due esempi fra i dispositivi di lifelogging più diffusi: il funzionamento di questi device non si limita alla registrazione dei dati biometrici, ma trova il suo pillar nella presentazione degli stessi in modo facile, intuitivo e comprensibile per l'utente, così da modularne il comportamento (Ji et al., 2023).

Le app di fitness/salute, associate a questi device, possono infatti suggerire di fare più movimento (per raggiungere gli obiettivi giornalieri prefissati), o mandare reminder per migliorare la qualità e quantità di sonno in base ai dati raccolti: feedback personalizzati che "spingono" l'utente a un cambiamento di abitudini non salutari, o al mantenimento di quelle più sane. Le tecnologie di lifelogging non operano quindi in modo isolato, ma il loro pieno potenziale si esplica nell'integrazione con altri device o piattaforme per offrire un'esperienza più arricchente e dettagliata (incrementando così la vividezza).

Un caso rappresentativo, e già ampiamente diffuso, è Zwift, una piattaforma che integra i dati biometrici raccolti in tempo reale in percorsi ciclistici virtuali durante l'allenamento indoor su rulli, che ha visto il suo picco durante i lockdown degli anni 2020 e 2021 (Reed et al., 2023; Gotti et al., 2025).



Figura 4: ZWIFT: esempi di integrazione di lifelogging e mirror world. Il partecipante visualizza la potenza espressa in watt dal potenziometro e cadenza di pedalata al minuto. Questi dati modulano la velocità del proprio avatar nell'ambiente virtuale. Percorsi con difficoltà differente modulano invece il livello di resistenza del rullo. I dati di frequenza cardiaca, registrati tramite smartwatch o cardiofrequenzimetro, vengono registrati dalla piattaforma per assegnare l'utente a una categoria e per fornire feedback sull'allenamento. Ogni partecipante può allenarsi in modo indipendente o partecipare a gare con cadenza periodica, affrontando partecipanti del proprio stesso livello. La stessa piattaforma ha proposto inoltre un'accademy, in cui i corridori più performanti sono stati selezionati (nella realtà) per entrare e far parte di team Professional.

Zwift, pur non trattandosi di un Metaverso in senso stretto, data anche la sua verticalità specifica su una particolare attività (allenamento ciclistico indoor), rappresenta tuttavia un ottimo esempio di questa integrazione fra dati biometrici e realtà "simulata": consente infatti agli utenti di visualizzare e adattare la difficoltà dei percorsi sulla base delle proprie prestazioni, come la potenza espressa in watt (registrata tramite misuratori di potenza), o la frequenza cardiaca (registrata tramite smartwatch o cardiofrequenzimetro), arricchendo l'esperienza virtuale del proprio allenamento con questi dati, e monitorando la propria performance. L'esperienza può essere personalizzata customizzando lo scenario, la tipologia di allenamento (da solo o in competizione), o di percorso (che influirà con una maggiore o minore resistenza del rullo in base al dislivello previsto dal percorso scelto), creando così una forte interconnessione fra la concretezza del proprio allenamento indoor e l'esperienza digitale nel mondo simulato di Zwift. Questo esempio dimostra come il lifelogging, pur non essendo una condizione necessaria per accedere al Metaverso, rappresenti un valore aggiunto, capace di trasformare un'esperienza virtuale in una più autentica, personalizzata e customizzata sull'utente (Kemec, 2022).

L’integrazione dei dati biometrici non si limita tuttavia al fitness, ma può estendersi ad altri ambiti come il benessere mentale e il rilassamento (J. Li et al., 2021): ambienti virtuali progettati con percorsi di meditazione potrebbero infatti adattarsi in tempo reale ai livelli di stress rilevati dai sensori biometrici, modulando elementi come i suoni ambientali, i colori o le animazioni per favorire il rilassamento e il raggiungimento di uno stato di calma. Allo stesso modo, piattaforme dedicate al sonno potrebbero analizzare i dati relativi alla qualità del riposo, offrendo agli utenti esperienze immersive che favoriscono la distensione, come scenari rilassanti o sessioni di respirazione guidata. Queste applicazioni sottolineano il potenziale del lifelogging nel rendere il Metaverso un luogo altamente personalizzabile, capace di rispondere in modo mirato alle esigenze degli utenti e di offrire esperienze che migliorano il benessere complessivo . Tuttavia, come già precedentemente discusso, risulta essenziale affrontare le questioni etiche legate alla privacy e gestione di questi dati, a tutela degli utenti, nell’utilizzo di questi dispositivi.

I Mirror Worlds, infine, sono rappresentazioni digitali che replicano fedelmente il mondo reale, creando un “gemello digitale” degli ambienti fisici attraverso l’uso di dati georeferenziati, modelli tridimensionali e tecnologie come sensori IoT e reti GPS (Alam et al., 2015; Ghita, 2024). A differenza di altre tecnologie del Metaverso, come la realtà virtuale o aumentata, i mirror worlds si focalizzano esclusivamente sulla simulazione (*simulation*) del reale (*external*), offrendo una riproduzione dettagliata e accurata dell’ambiente fisico, senza introdurre elementi estranei o sovrapposizioni digitali. Questa loro caratteristica li colloca nel dominio della simulazione e verso il lato dell’esteriorità, poiché privilegiano l’osservazione e l’interazione con spazi condivisi e oggettivi, piuttosto che personalizzati o legati all’esperienza individuale. Un esempio emblematico di questa tecnologia è Google Maps, che integra rappresentazioni statiche (come le mappe stradali) con dati dinamici in tempo reale, come il monitoraggio del traffico o le condizioni di viaggio.

Google Maps, soprattutto nella sua versione avanzata con Street View e funzionalità di navigazione in tempo reale, rappresenta un Mirror World già accessibile a livello globale (Mehta et al., 2019). Attraverso una combinazione di immagini satellitari, dati GPS e contributi degli utenti, questa piattaforma fornisce un modello simulato dettagliato del mondo fisico (*simulation*), arricchito da informazioni contestuali utili per orientarsi e prendere decisioni pratiche.

Più che una tecnologia centrale del Metaverso, i Mirror Worlds si configurano come strumenti complementari (insieme ai lifelogging), con un ruolo che diventa particolarmente interessante in ottica futura, quando potrebbero integrarsi con esperienze di realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR). Un utilizzo combinato di Mirror Worlds e AR, ad esempio, potrebbe consentire agli utenti di visualizzare, direttamente nel loro campo visivo, dati contestuali relativi a una città, come i livelli di traffico, percorsi ottimali o informazioni su edifici e servizi locali. Analogamente, combinando i Mirror Worlds con la VR, sarebbe possibile immergersi in modelli tridimensionali di intere città, esplorandole come se si camminasse al loro interno e simulando interventi urbanistici o scenari futuri (Duan et al., 2021).

I Mirror Worlds, dunque, non offrono esperienze immersive in senso stretto come la VR, o l'interazione diretta con il reale, propria dell'AR, ma forniscono il substrato informativo che arricchisce queste tecnologie. Pur essendo già diffusi in molte applicazioni quotidiane, come dimostrano Google Maps o le piattaforme di gestione urbana, il loro potenziale futuro risiede nella capacità di integrare dati dinamici e statici per migliorare la progettazione, la gestione e l'esperienza complessiva di ambienti complessi.

Alla luce dell'analisi svolta, è possibile chiarire come le tecnologie considerate - realtà virtuale, realtà aumentata, lifelogging e mirror worlds - non coincidono con il Metaverso in senso proprio, ma ne costituiscono le infrastrutture abilitanti. Il Metaverso non può essere ricondotto a una singola tecnologia o piattaforma (Ball, 2022), bensì va inteso come un ecosistema di ambienti tridimensionali interoperabili, all'interno del quale differenti configurazioni tecnologiche concorrono a modulare forme diverse di esperienza, presenza e interazione. In questa prospettiva, il Metaverso non si riduce né a dispositivo (visore) né a semplice formato (realtà virtuale), ma come una configurazione fondata sull'integrazione di ambienti simulativi, sistemi di augmentation e flussi di dati. Più che sostituire il mondo fisico, tali configurazioni ne riorganizzano i confini lungo un continuum tra simulazione e integrazione del reale, rielaborando pratiche e immaginari dei media precedenti.

1.2.2 Hardware, software, contenuti e interfacce utente

Alla luce delle differenti tecnologie, e dei loro possibili utilizzi combinati, l'architettura stessa del Metaverso, nelle sue modalità (attuali e future) di fruizione, si fonda su una complessa interazione tra hardware e software: due componenti che non operano in modo isolato, ma che si integrano profondamente per creare esperienze immersive e coinvolgenti

di fruizione di contenuti, modulando l'interfaccia utente e la stessa user experience (Cappannari & Vitillo, 2022).

L'hardware fornisce infatti le fondamenta materiali, rappresentate da dispositivi quali visori di realtà virtuale, sensori di movimento, smart glasses e altre tecnologie avanzate, essenziali per catturare le informazioni dal mondo reale (controller, movimenti del soggetto) e tradurle in dati digitali. È tuttavia il software a conferire significato a questi dati, elaborandoli e contestualizzandoli negli ambienti immersivi. Come sottolineato da (Al-Ghaili et al., 2022), l'efficienza del Metaverso dipende dalla capacità di questi due elementi di operare in stretta connessione.

In una prospettiva mediologica, l'integrazione tra hardware e software non va tuttavia interpretata esclusivamente come un potenziamento delle capacità percettive dell'utente, ma come un processo di progressiva incarnazione del soggetto nel sistema mediale. Come evidenziato da Biocca (Biocca, 1997), l'evoluzione delle interfacce immersive si orienta verso forme di progressive embodiment (Kilteni et al., 2012; Zhipu, 2023), in cui il corpo umano, inteso come medium primordiale della comunicazione, viene mappato direttamente all'interno dell'ambiente digitale attraverso un accoppiamento sensorimotorio sempre più stretto (*sensorimotor coupling* (Biocca, 1997).

In questo quadro, l'interfaccia non si configura più come uno schermo esterno di osservazione, ma come un'estensione sensorimotoria del corpo, capace di tradurre i movimenti fisici e gli input percettivi dell'utente in azioni operative nello spazio virtuale grazie all'integrazione fra hardware e software. È proprio questa continuità tra corpo biologico e ambiente digitale a rendere possibile l'agency dell'utente, trasformandolo da semplice spettatore a soggetto in grado di agire intenzionalmente e di modificare il contesto immersivo.

Un esempio di questa integrazione hardware-software è Simuman, in grado di replicare con precisione movimenti del corpo ed emozioni espresse (M. Zhang et al., 2021) su avatar digitali.



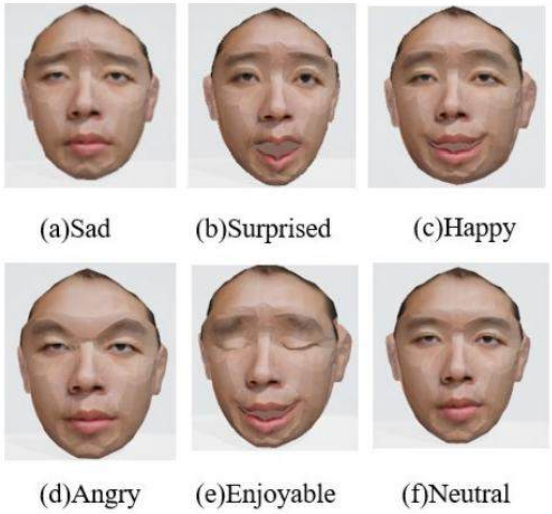


Figura 5: L'immagine illustra il processo di generazione di avatar tridimensionali a partire dai volti e movimenti del corpo degli utenti. Il sistema Simuman è poi in grado di trasporre sugli avatar digitali emozioni (espressioni facciali) e movimenti complessi degli arti superiori e inferiori (Zhang et al., 2021)

L'architettura del sistema Simuman include cinque moduli principali: il modulo Facial Expression (Booth et al., 2018), che genera modelli tridimensionali personalizzati del volto, capaci di riprodurre un ampio spettro di espressioni; il modulo Mannequin (Renee & Flynn, 2005; J. Li & Chen, 2009), che costruisce modelli corporei tridimensionali personalizzabili in altezza, attributi fisici e abbigliamento, il modulo 3D Virtual Human Animation, che sincronizza movimenti umani reali con modelli virtuali utilizzando dati acquisiti da sensori Kinect, il modulo Real-Time Detection, che cattura e ottimizza i dati scheletrici per il tracciamento dei movimenti in tempo reale, e infine il modulo Render, che si occupa della resa grafica finale degli avatar e degli ambienti virtuali (G. Paul & Scataglini, 2019).

L'integrazione di questi moduli consente di ottenere una rappresentazione fluida e coerente tra emozioni e movimenti, grazie a tecniche di allineamento temporale e spaziale che eliminano le discrepanze tra i dati registrati dal soggetto nella realtà fisica e quelli del proprio double digitale rappresentato dall'avatar. Questo framework dimostra come l'integrazione tra hardware (sensori e camere) e software (deputati alla rielaborazione dei dati fisici sugli avatar digitali) possa trasformare dati raccolti dal mondo reale, come movimenti del corpo ed espressioni facciali, in esperienze immersive e interattive nel Metaverso (M. Park et al., 2024). Grazie a questa sinergia, applicazioni che spaziano dalla formazione all'intrattenimento offrono agli utenti un'esperienza digitale più autentica e personalizzata.

Riportandoci alla dimensione consumer, ben distante dalla complessità tecnologica di sistemi di laboratorio come Simuman, l'interazione tra hardware e software resta centrale per garantire esperienze immersive accessibili e coinvolgenti. Sebbene gli attuali dispositivi consumer siano più semplici rispetto alle piattaforme avanzate descritte in precedenza, essi incontrano comunque limiti legati alla capacità computazionale, alla latenza e alla scalabilità (Dehghani et al., 2022; K. Kim, 2025). In questo contesto, il software interviene per ottimizzare le risorse hardware, superando tali vincoli e rendendo l'esperienza immersiva più fluida e accessibile.

Tra i device più rappresentativi di questa sinergia spiccano i visori di realtà virtuale (VR) e aumentata (AR) come l'Oculus Quest 3, dotato di funzionalità avanzate come il tracciamento dei movimenti e modalità "pass-through" (Nagta et al., 2022). Quest'ultima consente di integrare elementi fisici e digitali in un'unica esperienza, passando da una completa immersione virtuale (VR) alla sovrapposizione di contenuti digitali sull'ambiente reale (AR). Le recenti innovazioni nel campo del tracciamento hanno ulteriormente ampliato le possibilità di utilizzo. Tecnologie come il tracciamento oculare e della testa, oltre che delle mani (con la possibilità di superare la necessità dei controller per una piena fruizione del dispositivo), migliorano la qualità visiva e la fluidità dell'esperienza, modulando lo scenario virtuale in risposta ai movimenti naturali dell'utente (Buckingham, 2021). L'implementazione del rendering foveale, che concentra la massima risoluzione visiva solo nelle aree di interesse, rappresenta un ulteriore *step forward* di ottimizzazione software delle capacità hardware, garantendo un utilizzo più efficiente delle risorse computazionali e un'esperienza visiva che si allinea ai processi del nostro sistema percettivo, in cui il processo di messa a fuoco è differente fra zone centrali e periferiche del campo visivo (Albert et al., 2017). Nonostante i progressi, lo sviluppo hardware affronta sfide significative. Problemi come la latenza, la gestione della larghezza di banda e l'efficienza energetica continuano a rappresentare ostacoli per l'adozione su larga scala di queste tecnologie. Parallelamente, l'ergonomia e la portabilità dei dispositivi rimangono aspetti centrali per favorire una diffusione più ampia.

In sintesi, se l'hardware fornisce la base materiale per le esperienze immersive, il suo pieno potenziale di utilizzo viene raggiunto solo attraverso una stretta ottimizzazione software. Quest'ultimo, elaborando i dati raccolti dai dispositivi, li traduce in interazioni fluide e dinamiche, creando un equilibrio tra semplicità d'uso, personalizzazione e immersività. Nel processo di sviluppo e ottimizzazione dell'integrazione tra "hardware e software", risulta imprescindibile una valutazione approfondita dell'esperienza utente (Y. M. Kim et al.,

2020), tenendo conto dell'impatto di queste differenti tecnologie (in particolare VR ed AR) sul piano cognitivo (cognitive workload) ed emotivo (livello di coinvolgimento e valenza emotiva).

Il software riveste un ruolo fondamentale nel plasmare l'esperienza degli utenti, influenzando in modo significativo il carico cognitivo percepito durante l'interazione con ambienti virtuali o attraverso la realtà aumentata. Il *cognitive workload*, o carico cognitivo, si riferisce all'insieme delle risorse mentali richieste per processare le informazioni e portare a termine compiti specifici in un dato ambiente. In contesti virtuali e aumentati (Kosch et al., 2023), tale carico dipende dalla complessità degli stimoli, dall'interazione tra elementi fisici e digitali, e dalla capacità del sistema di facilitare il processamento di questi input e l'elaborazione di un output comportamentale di risposta.
Uno studio sperimentale (Xi et al., 2022) esamina l'impatto di diverse configurazioni di realtà virtuale (VR) e aumentata (AR) sul carico cognitivo percepito dagli utenti, confrontando quattro differenti combinazioni di VR ed AR.

- Nella prima condizione, denominata "senza VR e senza AR", gli utenti interagivano con un ambiente fisico tradizionale, privo di qualsiasi elemento virtuale o aumentato. Questa configurazione rappresenta il benchmark di controllo, fornendo una baseline per il carico cognitivo minimo in assenza di tecnologie immersive.
- La seconda condizione, "senza VR ma con AR", integrava informazioni aggiuntive nell'ambiente fisico tramite dispositivi di realtà aumentata come Microsoft HoloLens (S. Park et al., 2021). Gli utenti ricevevano popup interattivi nel loro campo visivo, con informazioni in merito ai vinili in vendita, aumentando il carico visivo e decisionale rispetto alla prima condizione, ma senza un'immersione completa in un ambiente virtuale.



Figura 6a: Condizione 1 (ambiente fisico) e 2 (augmentation con AR). (Xi et al., 2022)

- Nella terza condizione, "con VR ma senza AR", gli utenti erano immersi in un ambiente virtuale generato interamente tramite visore, ma che replicava fedelmente il setting reale per garantire un piena confrontabilità e isolare l'effetto della VR sul

carico cognitivo esperito dal partecipante. Questa configurazione richiedeva un maggiore adattamento cognitivo, in quanto l'ambiente fisico veniva completamente sostituito da uno digitale, aumentando così la complessità dell'esperienza.

- Infine, la quarta condizione, "con VR e con AR", combinava un ambiente virtuale immersivo con elementi di realtà aumentata integrati. Gli utenti interagivano con un contesto complesso e dinamico, che rappresentava la configurazione con il carico cognitivo potenzialmente più elevato, data la combinazione di immersione totale e stimoli visivi aggiuntivi che aggiungevano informazioni rispetto ai vinili virtuali presentati nell'ambiente (Figura 6b, Group 4).



Figura 6b: Condizione 3 (ambiente virtuale) e 4 (ambiente virtuale con elementi AR). (Xi et al., 2022)

Per misurare il carico cognitivo gli autori hanno utilizzato il NASA Task Load Index (NASA-TLI), un questionario multidimensionale che valuta sei aspetti di questo costrutto con scale likert a 7 punti: sforzo mentale, fisico, pressione temporale, performance, sforzo generale e livello di frustrazione (Hart, 2006). Dai risultati emerge una diversa incidenza di queste tecnologie sulle dimensioni specifiche del carico cognitivo.

Il *carico cognitivo complessivo* (Xi et al., 2022), calcolato come somma delle sei dimensioni del NASA-TLI, è risultato più alto nella condizione di sola AR (M = 40.081, SD = 20.861), rispetto sia alla baseline (M = 26.308, SD = 17.689) sia all'utilizzo di VR (senza AR: M = 34.150, SD = 16.076; e con AR: M = 34.417, SD = 15.238). Il picco osservato nella condizione di sola AR è attribuibile al sovraccarico informativo multimodale, causato dalla gestione simultanea di due flussi di input distinti: il mondo reale e i contenuti digitali sovrapposti. Questa doppia elaborazione richiede al soggetto di integrare informazioni provenienti da canali informativi differenti, aumentando la domanda mentale e lo sforzo percepito (Jeffri & Awang Rambli, 2021).

L'AR comporta inoltre una componente fisica aggiuntiva nell'interazione, con una maggiore attenzione necessaria per riuscire a relazionarsi simultaneamente con oggetti reali ed elementi virtuali sovraimposti. A differenza dell'ambiente unificato offerto dalla VR,

l'AR risulta quindi particolarmente complessa e cognitivamente impegnativa quando utilizzata in modo isolato, in quanto attiva una duplice modalità di elaborazione tanto degli input informativi quanto degli output comportamentali di interazione (Suzuki et al., 2024). La VR al contrario, ponendo il soggetto in una condizione immersiva totalizzante risulta meno demanding.
L'ANOVA a due vie, con variabile dipendente l'overall cognitive workload, conferma le differenze prima evidenziate, mostrando un effetto principale significativo della sola AR sul carico cognitivo complessivo ($F (1, 153) = 6.173$, $p = .014$, η^2 parziale $= .039$), ma non della sola VR ($p=.701$).

Risulta tuttavia necessario comprendere su quali *dimensioni specifiche* emerga in modo più netto questo impatto dell'AR rispetto alla VR, e come le due tecnologie nelle loro combinazioni operino su specifiche dimensioni del cognitive workload. L'ANOVA a due vie mostra un'interazione significativa di AR*VR sullo sforzo fisico ($F (1, 153) = 11.405$, $p = .001$, η^2 parziale $= .069$) e sullo sforzo generale percepito ($F (1, 153) = 5.647$, $p = .019$, η^2 parziale $= .036$). In particolare, la compresenza di VR ed AR (figura 7a: ultima barra a destra) riduce lo sforzo fisico rispetto alle due condizioni prese singolarmente, ossia rispetto a *senza_VR_con_AR* (seconda barra) e *con_VR_senza_AR* (terza barra), approssimandosi ai valori di baseline, ossia *senza_VR_senza_AR* (prima barra). Questi risultati suggeriscono che la combinazione delle due tecnologie riduce lo sforzo fisico tipico dell'AR, dando origine a un utilizzo sinergico e realmente combinato fra di esse.

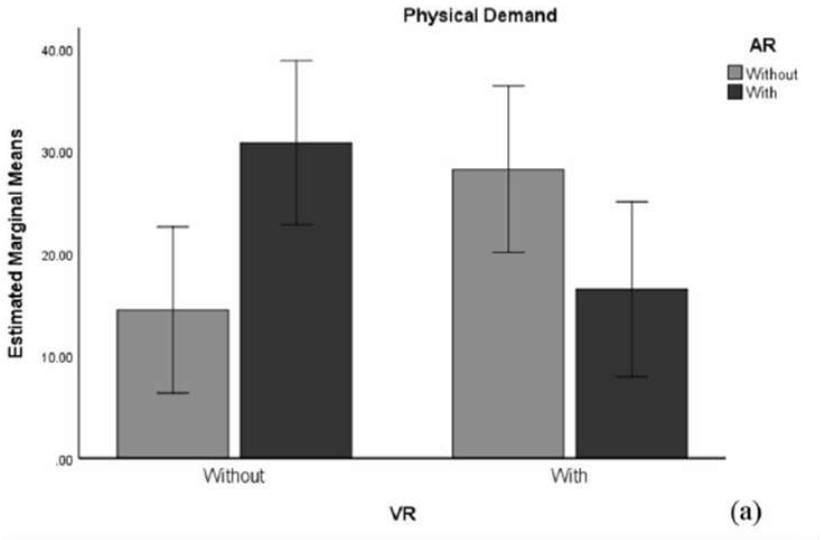


Figura 7a: La prima barra di Sx costituisce la baseline (senza_VR_senza_AR); la seconda la condizione di sola AR (senza_VR_con_AR). La terza barra indica la condizione con_VR_senza_AR, l'ultima barra indica la compresenza con_VR_con_AR. La condizione di combinazione delle due (quarta barra) riduce lo sforzo fisico percepito rispetto alla sola VR e alla sola AR. (Xi et al., 2022)

In merito allo sforzo generale percepito (figura 7b) l'utilizzo combinato di VR ed AR riduce l'effort generale percepito rispetto alla condizione di sola AR (seconda barra), ma non mostrando differenze significative rispetto alla condizione *con_VR_senza_AR* (terza barra): la combinazione non aggiunge quindi ulteriori elementi di sforzo generale rispetto alla VR presa singolarmente.

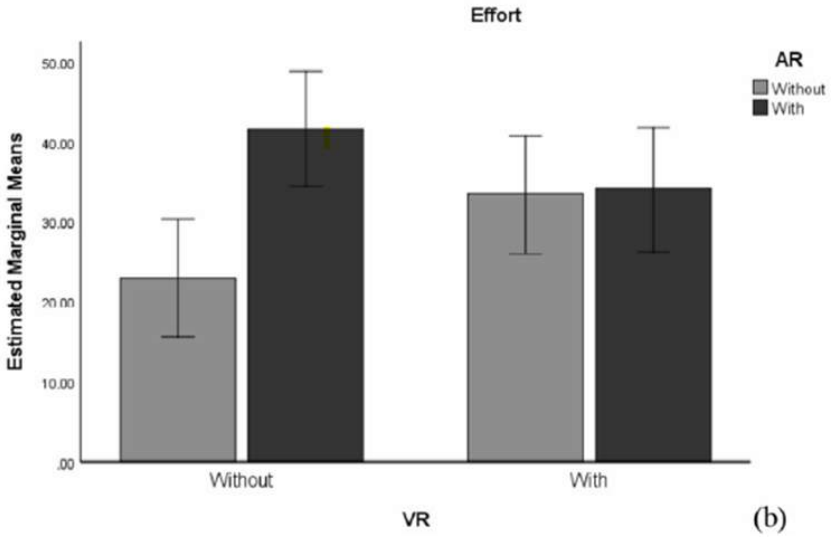


Figura 7b: La condizione combinata con_VR_con_AR (quarta barra) non mostra alcuna differenza rispetto alla condizione con_VR_senza_AR (terza barra), ma risultando entrambe significativamente inferiori rispetto alla condizione di sola AR. (Xi et al., 2022)

L'effetto positivo di interazione può essere attribuito alla complementarità tra le caratteristiche di AR e VR. La realtà aumentata migliora il rilevamento delle informazioni, fornendo indicazioni contestuali chiare e accessibili che semplificano la comprensione in ambienti virtuali complessi. Questo aspetto compensa alcune difficoltà tipiche della realtà virtuale, come i problemi di leggibilità dei contenuti digitali in ambienti completamente immersivi (Peukert et al., 2019). Al tempo stesso, la realtà virtuale riduce le richieste fisiche associate alla sola AR, eliminando la necessità di frequenti movimenti corporei per interagire con gli oggetti fisici e digitali sovrapposti, portandolo vicino ai valori della baseline (figura 7a). Inoltre, la combinazione di AR e VR contribuisce a ridurre la frammentazione cognitiva tipica dell'uso isolato dell'AR, in cui gli utenti devono alternare continuamente l'attenzione tra il mondo fisico e i contenuti digitali aumentati (Elford et al., 2022). La VR, creando un ambiente immersivo e isolato, favorisce quindi un'esperienza più fluida e integrata, riducendo la necessità di gestire stimoli provenienti da fonti eterogenee. Di conseguenza, l'uso combinato delle due tecnologie genera un ambiente più coerente, in cui lo sforzo generale, pur risultando più alto rispetto alla baseline, risulta nella combinazione VR*AR simile alla sola condizione VR, e più basso rispetto alla sola

condizione AR (figura 7b). Questi risultati dimostrano come l'interazione tra AR e VR non rappresenti una semplice somma delle features individuali delle due tecnologie, ma, al contrario, un'integrazione funzionale che ottimizza l'esperienza utente, riducendo il carico percepito in compiti complessi, sottolineando nuovamente una particolare attenzione nell'integrazione fra tecnologie differente, e fra hardware e software per migliorare la user experience (Wickens, 2008).

Dopo aver esaminato l'impatto cognitivo delle differenti tecnologie immersive, è fondamentale approfondire anche il loro impatto sul piano emotivo (Daşdemir, 2022). L'autore indaga come l'aggiunta di elementi AR a processi comuni, come la lettura di un testo, possa influenzare e modulare il tono emotivo, rendendo l'esperienza più coinvolgente. L'esperimento confronta due condizioni: la prima, denominata "*lettura tradizionale*", prevede l'interazione dei partecipanti con contenuti statici su supporti fisici (carta stampata), fungendo da baseline per valutare le risposte emotive derivate dai meccanismi di lettura. La seconda condizione, denominata *"lettura aumentata"*, implica l'uso di un'applicazione AR sviluppata tramite Unity3D, in grado di sovrapporre contenuti virtuali agli oggetti fisici (Rau et al., 2018; Bursali & Yilmaz, 2019; Danaei et al., 2020).
Gli stimoli visivi e testuali in questa configurazione erano progettati per intensificare il coinvolgimento emotivo, richiedendo agli utenti di integrare informazioni provenienti sia dal contesto fisico che da quello aumentato.

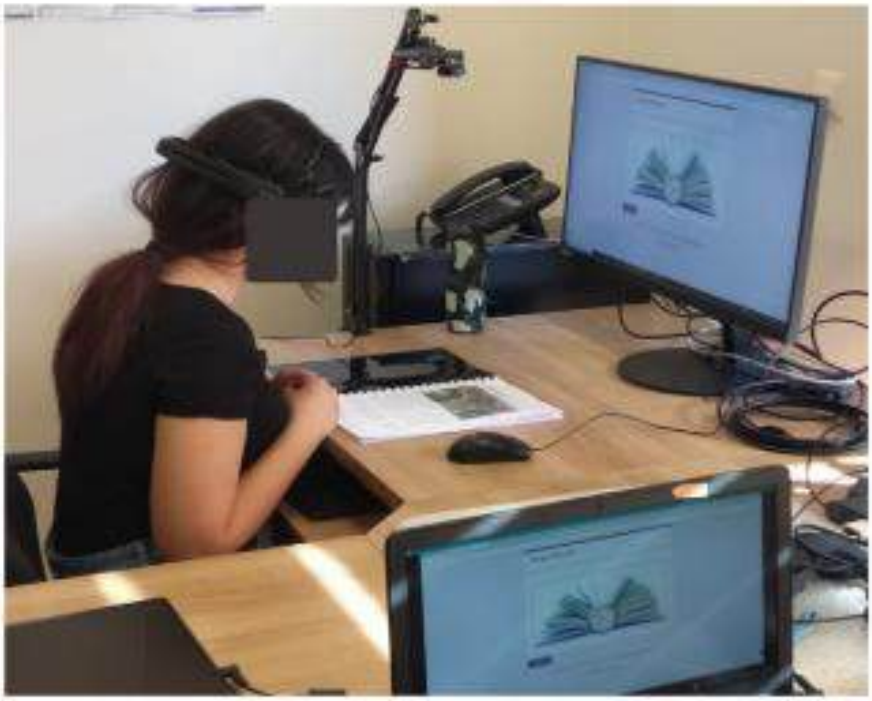


Figura 8. Daşdemir, Y. (2022): lettura con utilizzo di realtà aumentata (AR) (Daşdemir, 2022)

Per entrambe le condizioni, le risposte emotive e cognitive sono state misurate utilizzando segnali EEG e scale neuropsicologiche validate (questionario Manikin: (Bradley & Lang, 1994; Russell & Mehrabian, 1978). L'analisi EEG ha evidenziato significative differenze nell'attivazione cerebrale tra le due condizioni di lettura, fornendo informazioni sull'impatto emotivo, e cognitivo, delle tecnologie immersive.

Nella *lettura tradizionale*, si osserva una predominanza delle bande α (alfa) e θ (theta), indicative di uno stato di rilassamento e concentrazione stabile (Delavari et al., 2025). In particolare, l'attivazione delle bande α si è concentrata nelle aree posteriori della corteccia cerebrale, associate alla regolazione della concentrazione e alla gestione di compiti cognitivi semplici (Lim et al., 2019). Le bande θ, invece, hanno mostrato un'attivazione diffusa nelle regioni fronto-centrali, riflettendo uno stato di attenzione rilassata e un'elaborazione cognitiva lineare (Aftanas & Golocheikine, 2001). Questi risultati suggeriscono che la lettura tradizionale genera un'esperienza emotiva neutra o leggermente positiva, senza richiedere un impegno cognitivo o emotivo significativo, rappresentando così una corretta baseline di riferimento rispetto alla lettura con AR.

Al contrario, nella *lettura aumentata*, si registra un incremento significativo delle bande β (beta), associate a uno stato di maggiore eccitazione emotiva e cognitiva ($p < .05$) (Clarke et al., 2019). Questo incremento è stato particolarmente evidente nella corteccia frontale laterale (LFC), responsabile della pianificazione e dell'elaborazione di stimoli complessi, indicando un coinvolgimento più intenso e una maggiore complessità nell'elaborazione delle informazioni. Le bande γ (gamma) hanno mostrato infine un'attivazione marcata nella corteccia frontale laterale destra, un'area spesso associata a stati di stress o frustrazione. Questa attivazione è stata più pronunciata in presenza di sovraccarico informativo o difficoltà tecniche (Puma et al., 2018), sottolineando la necessità di un'integrazione fluida tra hardware e software per minimizzare gli effetti negativi sull'esperienza utente. In condizioni di integrazione tecnologica ottimale, si è osservato al contrario un aumento delle bande α anche nella lettura AR, riflettendo un'esperienza più piacevole e meno stressante. Questi risultati EEG evidenziano come la realtà aumentata intensifichi l'attivazione emotiva e cognitiva, soprattutto nelle aree frontali, responsabili dell'integrazione di stimoli multimodali.

L'esperienza percepita degli utenti è stata invece valutata tramite la scala VAD di Manikin (Bradley & Lang, 1994; Russell & Mehrabian, 1978) in cui vengono indagate le dimensioni di valenza (positiva o negativa), l'arousal (livello di attivazione) e la dominanza (senso di controllo percepito sugli stimoli) dello stato emotivo del partecipante.

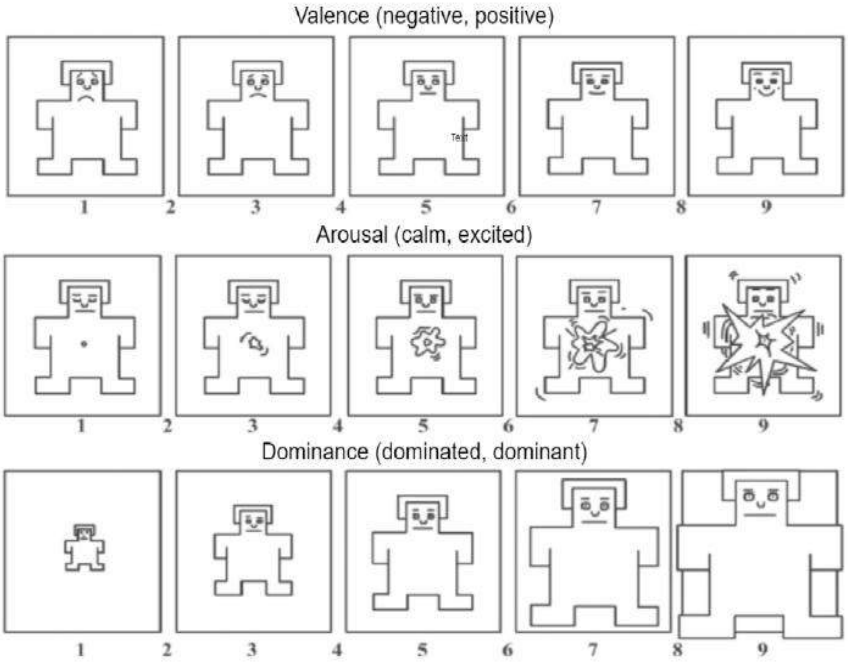


Figura 9. Scale di Valenza, Arousal, Dominanza (Russell & Mehrabian, 1978)

I partecipanti hanno riportato livelli di *arousal* significativamente più alti nella condizione di lettura aumentata (M = 5.27, SD = 2.51) rispetto a quella tradizionale (M = 4.62, SD = 2.52), con una differenza statisticamente significativa ($t(98) = 5.89$, $p < .001$). Questo incremento di arousal riflette un'intensificazione dell'attivazione emotiva nella lettura aumentata, attribuibile plausibilmente alla necessità di elaborare simultaneamente stimoli fisici e digitali, caratteristica distintiva dell'AR. I dati EEG supportano questa osservazione, mostrando un incremento delle bande β e γ, che rappresentano una maggiore attivazione emotiva e cognitiva complessa.

Per quanto concerne la dominanza, intesa come percezione di controllo sugli stimoli, i partecipanti hanno riportato valori più alti nella condizione AR (M = 4.58, SD = 2.64) rispetto a quella tradizionale (M = 3.93, SD = 2.43). Questo risultato suggerisce che l'AR, attraverso la possibilità di interagire attivamente con i contenuti digitali sovrapposti, conferisca agli utenti, nonostante un maggiore cognitivo complessivo come visto in precedenza, una maggiore sensazione di controllo sull'esperienza (Lübbing et al., 2023). Tuttavia, in presenza di difficoltà tecniche o dissonanze percettive, la dominanza percepita è diminuita, evidenziando come un'integrazione non ottimale tra hardware e software possa compromettere la user experience. Al contrario, nella lettura tradizionale, la dominanza è rimasta costante, riflettendo un'interazione semplice e lineare.

Infine, la valenza emotiva, che rappresenta il tono negativo o positivo dell'esperienza, ha mostrato valori simili fra le due condizioni, solo leggermente più elevata per AR (M = 5.40,

SD = 2.51) rispetto alla lettura tradizionale (M = 5.21, SD = 2.12), senza tuttavia differenze significative ($p > .05$). Questo risultato indica come l'AR non modifichi direttamente la percezione del tono emotivo, ma intensifichi il coinvolgimento generale e l'attivazione emotiva complessiva (Pozharliev et al., 2022). È interessante notare che in condizioni di integrazione tecnologica ottimale, i partecipanti hanno riportato punteggi di valenza più positivi, mentre difficoltà tecniche hanno portato a un calo dei punteggi di valenza, evidenziando ancora una volta il ruolo cruciale dell'integrazione hardware-software (Seo et al., 2015). In sintesi, l'AR si configura come uno strumento capace di intensificare l'attivazione emotiva e migliorare la percezione di controllo, pur comportando sfide significative legate alla gestione della complessità tecnologica.

L'analisi condotta, senza una pretesa di esaustività, ha tuttavia evidenziato come il Metaverso si configuri come un ecosistema complesso, in cui convergono molteplici approcci tecnologici (VR, AR, lifelogging e mirror worlds). In questo scenario, hardware e software emergono non solo come componenti tecniche, ma come due pilastri interdipendenti, il cui equilibrio risulta essenziale per costruire esperienze immersive che siano efficaci, efficienti e coinvolgenti sul piano emotivo, ma senza un sovraccarico sul piano cognitivo. Da un lato, il software assume un ruolo centrale nell'orchestrare le interazioni e nel garantire la fluidità dell'esperienza, dall'altro l'hardware fornisce la base concreta che traduce le potenzialità virtuali in realtà tangibili e accessibili (Bisset Delgado, 2022). Dopo aver analizzato la struttura generale del Metaverso e il suo potenziale come spazio di esperienza, reso possibile dall'integrazione tra hardware e software, è ora necessario soffermarsi su due pillar tecnici che ne determinano la specificità e lo distinguono da una semplice realtà virtuale: Blockchain e NFT, oggetto di approfondimento della prossima sezione. Quest'ultimi non si limitano a garantire sicurezza, decentralizzazione e gestione della proprietà digitale, ma definiscono la vera natura del Metaverso come spazio economico, sociale ed esperienziale (Montagna, 2022b). Senza questi strumenti, il Metaverso resterebbe infatti un ambiente immersivo privo di una struttura che consenta la creazione, lo scambio, la proprietà di asset digitali e, conseguentemente, la creazione di interazioni fra utenti. La sezione successiva approfondirà questi aspetti, chiarendo come Blockchain e NFT rappresentino i fondamenti tecnici strutturali che rendono il Metaverso qualcosa di più di un mondo virtuale immersivo, trasformandolo in un ecosistema autonomo, scalabile e dotato di proprie dinamiche economiche e sociali.

1.3 I due asset di funzionamento: Blockchain e NFT

Come discusso in precedenza, il Metaverso si sviluppa grazie a un complesso ecosistema tecnologico in cui l'integrazione tra hardware (visori per VR e AR, dispositivi di lifelogging e mirror worlds) e software gioca un ruolo essenziale. Tuttavia, per garantire che questi ambienti virtuali possano evolversi in modo sicuro, decentralizzato e sostenibile, è necessario introdurre un ulteriore livello infrastrutturale tecnologico: è in questo contesto che la Blockchain e gli NFT assumono una funzione centrale.

La Blockchain costituisce il fondamento tecnologico per la gestione della proprietà e delle transazioni digitali nel Metaverso, pur non essendo ancora adottata universalmente in tutti i metaversi attualmente esistenti (Gorkhali et al., 2020). Mentre hardware e software offrono gli strumenti per accedere e navigare all'interno di questi spazi, la Blockchain introduce elementi fondamentali come fiducia e trasparenza, rendendo possibili interazioni sicure tra gli utenti (Hawlitschek et al., 2018). Questa tecnologia decentralizzata supera i limiti dei modelli centralizzati tradizionali, attraverso un registro distribuito che garantisce integrità delle transazioni, tracciabilità e immutabilità dei dati, oltre che a una effettiva interoperabilità fra questi universi digitali. La Blockchain dunque integra il livello infrastrutturale del Metaverso, aggiungendo alle capacità hardware e software un sistema di gestione delle informazioni e della proprietà in modo decentralizzato e sicuro (R. Zhang et al., 2020; Aks et al., 2022).

Gli NFT (Non-Fungible Tokens) ampliano ulteriormente il potenziale di questo ecosistema basato su Blockchain, introducendo un mezzo per attribuire unicità e valore agli asset digitali (Alice, 2023; Belk et al., 2022). Questi token consentono agli utenti di possedere beni virtuali - come opere d'arte, terreni o oggetti da collezione - in modo verificabile e sicuro. Gli NFT trasformano così il Metaverso in un sistema economico "reale", in cui la proprietà degli asset non è vincolata a una singola piattaforma o dispositivo, ma esiste come parte di un sistema distribuito, interoperabile e accessibile. La loro implementazione è quindi cruciale per consentire una nuova forma di economia digitale che trascende i confini tradizionali delle piattaforme centralizzate (C. Wang et al., 2023).

In sintesi, mentre la Blockchain, con la sua architettura distribuita, permette di supportare milioni di transazioni simultanee senza compromettere la sicurezza o l'affidabilità del sistema, gli NFT introducono un livello avanzato di interazione, rendendo gli asset digitali utilizzabili in molteplici contesti: dai giochi ai mondi virtuali, fino alle piattaforme di scambio decentralizzate. Se hardware e software rappresentano, come visto, elementi

imprescindibili per garantire una user experience completa nel Metaverso, Blockchain e NFT costituiscono gli aspetti funzionali che trasformano il Metaverso in una piattaforma persistente, interoperabile e in continua evoluzione.

1.3.1 Blockchain e decentralizzazione: la gestione di proprietà e sicurezza

La blockchain rappresenta un'infrastruttura cruciale per lo sviluppo del Metaverso, offrendo una base decentralizzata per la gestione delle transazioni e delle proprietà digitali in un ecosistema virtuale. Introdotta per la prima volta nel 2008 da Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008), la blockchain nasce come tecnologia per la creazione della prima valuta digitale decentralizzata (Bitcoin), progettata per eliminare la necessità di intermediari finanziari, ma garantendo al tempo stesso sicurezza e trasparenza alle operazioni che si effettuano sulla blockchain stessa (Ortolani, 2016), grazie a un sistema distribuito di differenti nodi che convalidano ciascuna transazione (D. Khan et al., 2020).

In questa prospettiva, la blockchain non viene considerata esclusivamente come un'infrastruttura tecnica per la gestione delle transazioni digitali, ma come un dispositivo mediale di archiviazione e certificazione, che rimedia funzioni istituzionali tradizionalmente affidate a registri, archivi e autorità centrali, trasferendo il fondamento della fiducia dall'istituzione umana al codice e alla rete composta dagli utenti.

Da allora la tecnologia blockchain si è evoluta significativamente, dando vita a una pluralità di reti con caratteristiche e finalità specifiche: Ethereum, ad esempio, ha introdotto il concetto di smart contracts, automatizzando transazioni e processi complessi (Taherdoost, 2023), mentre altre blockchain, come Ripple, si concentrano sulla velocità e sull'efficienza delle transazioni finanziarie. Cardano e Polkadot, puntano invece sulla sostenibilità e sulla interoperabilità tra reti differenti.

Ogni blockchain presenta dunque peculiarità legate ai suoi obiettivi e al meccanismo di consenso utilizzato (Tabatabaei et al., 2023), che può variare dal Proof of Work al Proof of Stake, ma permangono trasversalmente alcune caratteristiche fondamentali: l'idea di un registro distribuito, che consente di validare le transazioni in modo sicuro, trasparente e immutabile, eliminando la necessità di intermediari o autorità centrali, e trasferendo il controllo a una rete di nodi distribuiti che collaborano per validare e registrare ogni operazione. Si procederà ora a un'analisi dettagliata della modalità di lavoro di un blockchain, di cui si può vedere un esempio schematico di funzionamento in figura 10.

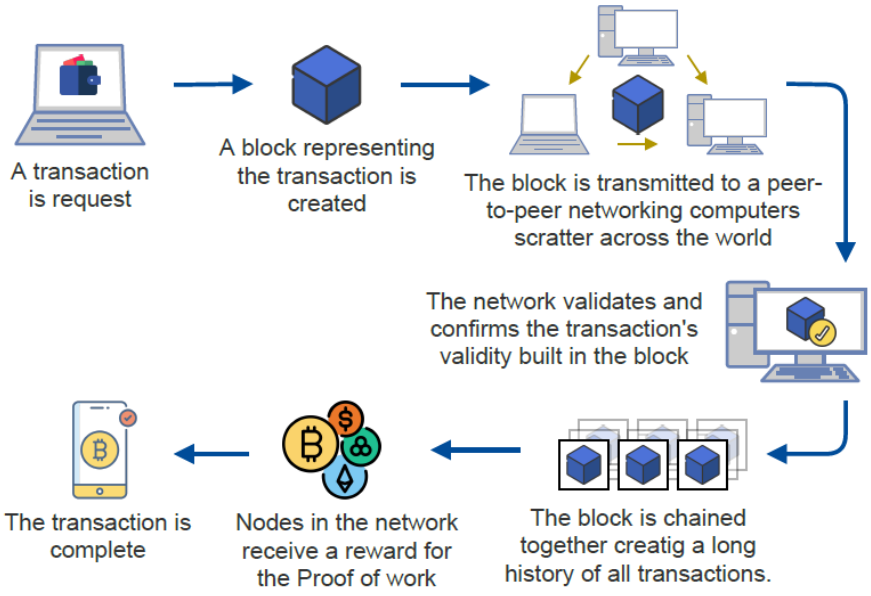


Figura 10. Una rappresentazione semplificata del funzionamento di una blockchain (Gadekallu et al., 2022)

Come illustrato dall'infografica, quando un utente effettua una richiesta di transazione, viene creato un blocco contenente i dettagli della stessa. Questo blocco viene trasmesso a una rete globale di computer distribuiti (nodi), che ricevono e avviano il processo di validazione. La validità della transazione è confermata attraverso algoritmi di consenso, di tipo Proof of Work (PoW) o Proof of Stake (PoS), che verificano la conformità del blocco rispetto alle regole della rete (John et al., 2025).

Il Proof of Work (PoW), utilizzato per la prima volta nella blockchain di Bitcoin, richiede che i nodi (miner) competano per risolvere problemi matematici complessi, utilizzando elevate risorse computazionali ed energetiche (Prakash et al., 2022). Questo processo garantisce la sicurezza contro attacchi e manipolazioni, comportando tuttavia costi significativi in termini di energia ed hardware, oltre a una relativa lentezza nella validazione. Al contrario, il Proof of Stake (PoS) offre un'alternativa più sostenibile, in cui i validatori vengono scelti in base alla quantità di criptovaluta posseduta e *"messa in stake"* come garanzia (Saleh, 2021). Questo modello riduce drasticamente il consumo energetico e aumenta l'efficienza, sebbene possa introdurre rischi legati alla concentrazione di potere tra i partecipanti con maggiori risorse.

Una volta validato tramite uno di questi meccanismi, il blocco viene aggiunto alla catena esistente, creando una cronologia immutabile di tutte le transazioni avvenute sulla blockchain stessa. Questo sistema distribuito garantisce che ogni operazione sia protetta da frodi e manipolazioni, rendendo la blockchain uno strumento essenziale per gestire le interazioni economiche e sociali del e nel Metaverso. La scelta tra PoW e PoS è legata

quindi agli obiettivi specifici della blockchain, con il PoW orientato alla massima sicurezza e decentralizzazione, in contrapposizione al PoS che privilegia efficienza e sostenibilità.
In questo senso, tali meccanismi di consenso non operano soltanto come soluzioni computazionali a problemi di sicurezza ed efficienza, ma si configurano come forme di governance algoritmica, nelle quali le regole di validazione e di controllo dell'ecosistema sono incorporate direttamente nella rete distribuita, contribuendo a ridefinire i rapporti di autorità e di potere all'interno degli ambienti digitali (Ziolkowska, 2021).

La blockchain offre quindi un'infrastruttura resiliente, in grado di rispondere efficacemente alle necessità di un ecosistema economico e sociale complesso come quello del Metaverso, o sarebbe meglio dire dei molteplici metaversi (Gadekallu et al., 2022).
Uno degli aspetti più innovativi della blockchain è la sua decentralizzazione (aspetto, come visto, peculiare ma non necessario del Metaverso stesso), che permette di trasferire il controllo delle informazioni e delle risorse direttamente agli utenti della rete. Questo approccio non solo aumenta la robustezza del sistema, non essendovi un unico ente centrale di controllo e gestione delle transazioni, ma promuove anche una maggiore inclusività, consentendo a un numero crescente di partecipanti, potenzialmente a tutti gli utenti di un Metaverso, di contribuire attivamente al mantenimento della bockchain stessa, tanto sul piano sociale quanto su quello economico: una duplice natura che verrà di seguito analizzata (Karaarslan & Yazici Yilmaz, 2023).
La dimensione sociale della blockchain trova la sua espressione più avanzata nelle organizzazioni autonome decentralizzate (*D*ecentralized *A*utonomous *O*rganizations: *DAO*) in cui le decisioni in merito alla gestione e allo sviluppo di una piattaforma non sono più appannaggio dell'azienda proprietaria (come avviene attualmente per social quali Instagram, TikTok, Facebook e YouTube), ma vengono affidate al controllo diretto degli utenti che popolano la piattaforma stessa (Hassan & De Filippi, 2021).
Basate su smart contracts, le DAO rendono ogni decisione trasparente e verificabile da parte di tutti i partecipanti della rete stessa. Questa trasparenza è uno degli aspetti chiave che distingue le DAO dai modelli tradizionali di governance: ogni proposta, discussione e voto dei partecipanti è registrato in modo immutabile sulla blockchain (ogni voto genera un blocco che è validato dalla rete e aggiunto alla catena stessa, come visto in figura 10), garantendo tracciabilità e fiducia tra i membri. Le DAO non solo rafforzano la legittimità delle decisioni, ma consentono anche di costruire un sistema di governance inclusivo, in

cui chiunque possegga asset digitali (come token o NFT) può contribuire attivamente (S. Li & Chen, 2024).

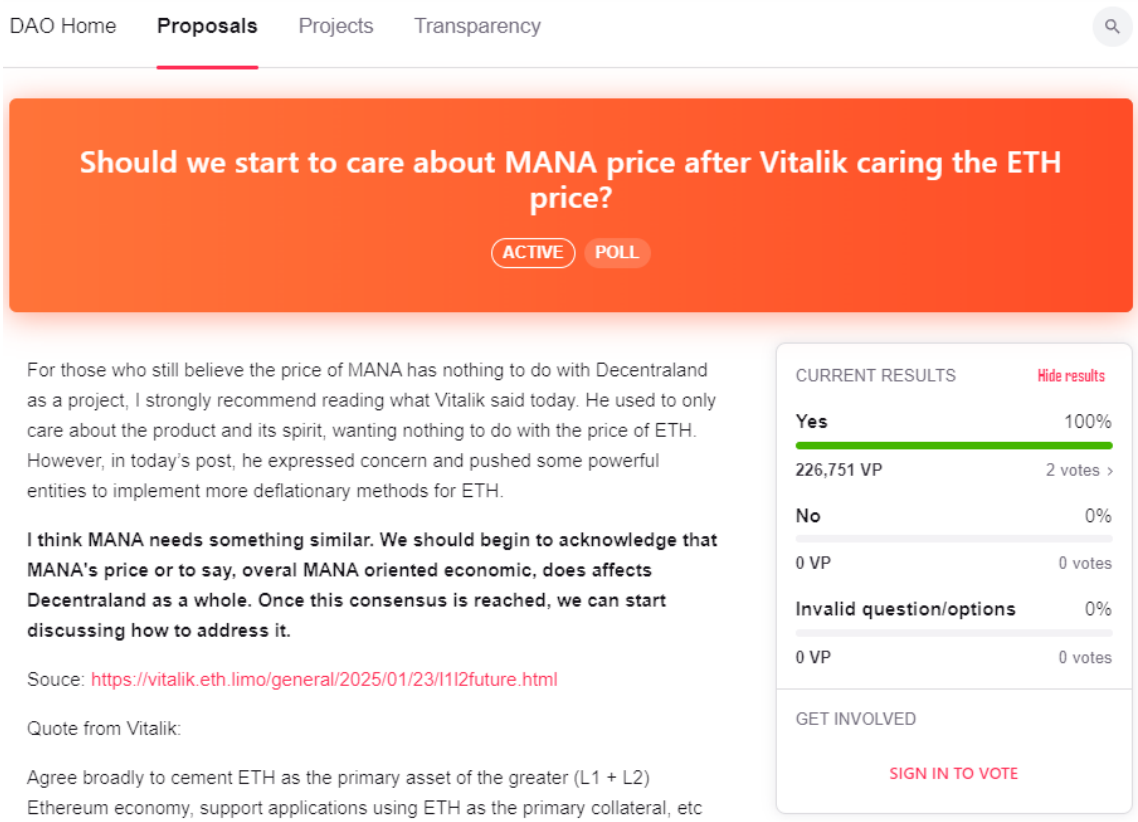


Figura 11. Esempio di voto basato su DAO in Decentraland

Allo stato attuale Decentraland rappresenta il principale esempio di applicazione delle DAO, offrendo agli utenti la possibilità di influenzare direttamente la regolamentazione dei contenuti, la gestione delle risorse comuni e l'implementazione di nuove funzionalità.

Come sottolineato dall'analisi di Goldberg (M. Goldberg & Schär, 2023), che indaga le votazioni avvenute su questa piattaforma, il concetto di DAO non implica tuttavia che i partecipanti al voto abbiano lo stesso "peso" e quindi un pari potere decisionale. In modo simile a quanto avviene con il *PoS,* infatti, in cui persone che possiedono una quota maggiore di criptovalute da mettere in stake detengono un maggiore peso, allo stesso modo nelle DAO ogni partecipante al voto contribuisce alla decisione finale a seconda del proprio Voting Power (*VP*) (M. Goldberg & Schär, 2023; Fritsch et al., 2024). Quest'ultimo è proporzionale agli asset posseduti dagli utenti, come token della piattaforma, ossia moneta proprietaria della piattaforma, o NFT (beni virtuali allocati in quello specifico Metaverso), creando un incentivo diretto a contribuire al suo sviluppo e rafforzando il legame tra gli utenti e il mondo virtuale.

Nonostante le potenzialità, le *DAO* non sono quindi attualmente scevre da limiti:

- Il primo problema è la concentrazione del potere decisionale nelle mani di pochi partecipanti, che rischia di trasformare le *DAO* da un sistema democratico a uno plutocratico. Gli utenti con maggiori risorse finanziarie, e conseguentemente un elevato *VP*, possono infatti esercitare un'influenza sproporzionata, compromettendo l'equità del processo decisionale: 1 utente con un *VP* di 100 avrebbe, ad esempio, lo stesso peso di 100 utenti con un *VP* di 1. Questo problema è aggravato dalla distribuzione spesso disomogenea degli asset digitali all'interno di queste community, in cui grandi aziende hanno già acquistato terreni e asset assicurandosi un maggiore impatto nei processi di sviluppo di questi universi digitali: una gestione che rischia quindi di riflettere gli interessi di pochi, piuttosto che quelli di tutti i partecipanti al voto (M. Goldberg & Schär, 2023).
- Un'altra criticità è legata alle manipolazioni strategiche del sistema, che possono emergere proprio a causa della trasparenza intrinseca delle *DAO.* La registrazione pubblica di tutte le decisioni sulla blockchain (come si vede in figura 11) consente agli attori con alto *VP* di osservare l'andamento delle votazioni e di intervenire strategicamente, ritardando il proprio voto, per influenzare il risultato a proprio vantaggio. Questo comportamento mina l'integrità del processo decisionale e può ridurre la fiducia degli utenti nella governance collettiva (George et al., 2023).
- Le DAO sono inoltre ulteriormente vulnerabili, per il rischio di identità pseudonime. In assenza di un sistema di verifica dell'identità decentralizzato, esiste il rischio di attacchi Sybil, in cui un singolo attore potrebbe creare più identità per ottenere un'influenza sproporzionata nelle decisioni, alterando l'esito della votazione. Questa problematica, se non affrontata tramite meccanismi di verifica di un'unica identità digitale, rischia di compromettere ulteriormente l'equità del sistema.
- Infine, la lentezza intrinseca dei processi decisionali rappresenta un ulteriore limite delle *DAO*. Le decisioni, infatti, devono attraversare fasi di proposta, discussione e votazione pubblica, richiedendo tempi più lunghi rispetto ai modelli di governance centralizzati, come quelli degli attuali social, in cui la singola azienda ha pieno potere decisionale in termini di sviluppo e regolamentazione. Se da un lato questa caratteristica intrinseca delle *DAO* garantisce inclusività e trasparenza, dall'altro può generare inefficienze in situazioni che richiedono risposte rapide, come

l'implementazione di aggiornamenti tecnici urgenti o la gestione di crisi di sicurezza (Djuraki, 2025).

Le criticità evidenziate non annullano il potenziale trasformativo della blockchain in termini sociali, nelle sue applicazione *DAO*, ma pongono spunti di riflessione per una gestione più democratica del web per come oggi è vissuto e fruito. La decentralizzazione tecnica garantita da tali modelli non coincide necessariamente con una reale decentralizzazione politica, dando luogo a una tensione strutturale tra l'ideale di partecipazione e di agency distribuita e una governance che, nella pratica, tende spesso a riflettere asimmetrie economiche e concentrazioni di potere legate al possesso di asset.

La blockchain non rappresenta tuttavia unicamente una base di partecipazione sociale al Metaverso, ma costituisce la vera e propria "*spina dorsale economica*" di questo universo digitale, offrendo un'infrastruttura tecnologica che ne abilita le transazioni (Adachi & Aoyagi, 2020). Uno degli aspetti fondamentali di questa dimensione economica è il processo di *tokenizzazione*, che consente di rappresentare beni e diritti sotto forma di token registrati sulla blockchain (G. Wang & Nixon, 2021). I token possono essere definiti come unità digitali che rappresentano un valore, un diritto o una proprietà e si differenziano in:

- *Token fungibili*, ossia unità intercambiabili e omogenee, come le criptovalute (Bitcoin o Ethereum ad esempio), dove ogni unità ha lo stesso valore di qualsiasi altra: un bitcoin può essere scambiato con un altro bitcoin in modo equivalente (Fang et al., 2022).
- I *Token Non Fungibili* (NFT), al contrario, che rappresentano asset unici e non intercambiabili, quali terreni virtuali, opere d'arte digitali o oggetti da collezione. Ogni NFT è identificato da un codice univoco sulla blockchain che garantisce la sua unicità e tracciabilità, non potendo essere sostituito da un altro NFT, anche se apparentemente identico (Idelberger & Mezei, 2022).

In questo contesto, la blockchain garantisce non solo la registrazione delle transazioni in modo immutabile (di fungible e non fungible token), ma anche la verifica e accertamento della proprietà di beni unici, gli NFT. Un terreno virtuale nel Metaverso può essere appunto rappresentato da un NFT che certifica in modo univoco chi è il proprietario, consentendo a quest'ultimo di trasferire, vendere o affittare lo spazio senza intermediari (Ruggeri et al., 2024), riducendo i costi associati alle operazioni e favorendo una maggiore fluidità e accessibilità, potendo operare tramite wallet virtuali come Metamask.

Queste economie virtuali, di per sé concettualmente distanti per il lettore dal modo in cui è ad oggi concepito il mercato, trovano tuttavia notevoli punti di contatto con l'economia reale (Yencha, 2023). Un esempio emblematico è rappresentato dal mercato delle land su Decentraland, dove le logiche economiche che regolano il valore di vendita e affitto di questi asset digitali richiamano dinamiche tipiche del mercato immobiliare "reale". Nonostante la potenziale illimitatezza dello spazio virtuale e l'assenza di vincoli fisici, il valore di un terreno virtuale (rappresentato da un NFT) è influenzato da fattori come la posizione geografica all'interno del Metaverso e la vicinanza a punti strategici quali strade principali, piazze centrali o distretti tematici (Güven & Ercan, 2022).

Anche in uno spazio virtuale, la distinzione tra "centro" e "periferia" gioca quindi un ruolo determinante nella definizione dei prezzi. I terreni collocati in prossimità di aree centrali, di maggior visibilità, o vicino a porzioni di terreno di brand conosciuti, tendono a essere valutati di più rispetto a quelli situati in zone meno frequentate o marginali. Questo fenomeno, che riflette paradigmi economici consolidati nel mondo reale, suggerisce come gli utenti, nella loro interazione con i mercati virtuali, proiettino aspettative e comportamenti acquisiti in contesti tradizionali, adattandoli ai nuovi meccanismi di queste nuove economie digitali.

Un ulteriore elemento che avvicina le dinamiche delle land virtuali a quelle del mercato immobiliare reale è rappresentato dal cosiddetto *spillover economico* (M. Goldberg, 2025). Il valore di un terreno virtuale non dipende infatti esclusivamente dalle sue caratteristiche intrinseche, ma è anche influenzato dalle proprietà e dall'attività economica dei terreni circostanti. Ad esempio, una land posizionata vicino a distretti particolarmente sviluppati o attrattivi tende a beneficiare indirettamente dell'interesse generato dalle aree limitrofe. Questo fenomeno, ben noto nei mercati immobiliari tradizionali, si manifesta con analoga intensità nei contesti virtuali, confermando l'applicazione di logiche economiche "reali" in questi nuovi ecosistemi digitali.

Sebbene il Metaverso e le transazioni su blockchain rappresentino una realtà profondamente innovativa, i paradigmi consolidati dell'economia reale continuano a offrire una chiave interpretativa preziosa per analizzare i meccanismi di scambio e di attribuzione del valore.

Per sfruttare tuttavia appieno il potenziale economico della blockchain, è necessario affrontare alcune sfide cruciali (Far et al., 2023), fra cui l'interoperabilità tra blockchain diverse per garantire la coesione e l'accessibilità del Metaverso, evitando frammentazioni che potrebbero limitare l'efficienza del sistema. Inoltre, la sostenibilità ambientale, legata

al consumo energetico delle blockchain (in particolare quelle di tipo PoW), rappresenta un tema prioritario che richiede soluzioni tecnologiche avanzate (Arshad et al., 2023).
La blockchain, con la sua combinazione di trasparenza, sicurezza e decentralizzazione, rappresenta dunque il cuore pulsante di un ecosistema digitale in continua evoluzione. Essa non solo fornisce le fondamenta per la gestione delle interazioni e delle proprietà digitali, ma crea anche un terreno fertile per lo sviluppo di nuove forme di valore e di beni, gli NFT, che verranno indagati nella successiva sezione.

1.3.2 NFT come asset digitali: valore, proprietà e scambi

Gli *NFT* (*N*on-*F*ungible *T*oken) rappresentano un'evoluzione nei meccanismi di certificazione e proprietà digitali, distinguendosi, come visto, dai token fungibili, interscambiabili tra loro (un Bitcoin è uguale a un altro Bitcoin), per la loro identità univoca registrata su blockchain, che ne garantisce autenticità, tracciabilità e irripetibilità (Idelberger & Mezei, 2022). Ogni NFT possiede infatti un codice identificativo, accompagnato da metadati che documentano dettagli come l'autore, la data di creazione, il proprietario attuale e lo storico delle transazioni di cui è stato oggetto, rendendo ogni singolo NFT come un bene inequivocabilmente irripetibile e non interscambiabile: un nuovo paradigma di possesso e valore fino ad oggi solo parzialmente esperito sul versante consumer (Guidi & Michienzi, 2023).
A differenza di una scarpa Nike fisica standard, ad esempio, che può essere considerata identica e intercambiabile con un'altra dello stesso modello, linea, misura e anno di produzione, un NFT digitale che rappresenti una scarpa Nike non è semplicemente una replica generica: ciascun NFT può essere associato a caratteristiche specifiche che lo rendono unico. È come se ogni scarpa fosse firmata da un atleta famoso, decorata con dettagli esclusivi o legata a un evento memorabile, quale una finale olimpica. Questa unicità, garantita dal codice identificativo univoco registrato su blockchain, non solo attribuisce valore all'NFT, ma ridefinisce il concetto stesso di proprietà, trasformandolo in un simbolo di esclusività e personalizzazione (Y. Lee & Kim, 2023).
Nonostante ogni NFT sia tecnicamente unico, questa unicità non implica necessariamente un valore intrinseco. È infatti il contesto culturale, sociale e simbolico a determinare la rilevanza di un NFT, attribuendogli un significato che va oltre la sua struttura digitale (si veda in quest'ottica la rivalutazione del concetto di NFT dopo la pubblicazione di (Alice, 2023). In questo senso, l'*unicità tecnica* rappresenta solo una condizione necessaria, ma

non sufficiente: è l'*unicità culturale o simbolica* a definire infatti il valore effettivo. Il Bored Ape Yacht Club (BAYC) rappresenta il caso più emblematico di questa unicità valoriale.



Figura 12. Esempio di Bored Ape con il prezzo più alto fra quelli più recentemente venduti su Open Sea.

Creato nel 2021 da Yuga Labs, il progetto consiste in una collezione di 10.000 immagini uniche di scimmie stilizzate, ciascuna caratterizzata da tratti distintivi come espressioni facciali, abbigliamento e accessori, generati attraverso un algoritmo. Ogni immagine è un NFT registrato su blockchain, garantendo unicità, autenticità e tracciabilità (E. Lee, 2021; Suchow & Ashrafimoghari, 2022).

Ciò che distingue il *BAYC* non è soltanto il successo economico, con singoli NFT venduti anche a diversi decine di migliaia o milioni di euro (figura 12: Bored Ape con il prezzo più alto venduti recentemente: 1000 ETH corrispondono a 1,51 milioni di € e il prezzo base d'asta per le nuove offerta parte da circa 45.000€), ma anche la capacità di costruire un'identità collettiva e una comunità esclusiva attorno al progetto (Centraco & Santoro, 2025). Possedere un NFT del Bored Ape Yacht Club non equivale semplicemente ad acquistare un'opera digitale, ma permette di accedere a una serie di benefici esclusivi, tra cui il diritto di partecipare a eventi riservati, sia virtuali che fisici, e la possibilità di sfruttare commercialmente l'immagine associata al proprio NFT, tramite collaborazioni con brand o creando linee dedicate ispirate a celebrity quali Eminem o Stephen Curry (figura 13), che hanno acquistato e promosso i loro NFT.



Figura 13. Bored Ape ispirato a Eminem e Stephen Curry

Questo ha contribuito a trasformare il *BAYC* in un fenomeno culturale, rafforzando la percezione degli NFT come simbolo di status ed esclusività. Inoltre, Yuga Labs ha ampliato l'universo del progetto, lanciando nuove collezioni e sviluppando un Metaverso proprietario chiamato Otherside, con annessa criptovaluta nativa proprietaria (APECoin).
La storia del *BAYC* illustra come gli NFT possano andare oltre il semplice valore economico. La combinazione di unicità artistica, infrastruttura tecnologica basata su blockchain, e strategie di community-building per rafforzare il senso di appartenenza e di status symbol (C. T. Lee et al., 2024), ha reso il Bored Ape Yacht Club un modello di riferimento, dimostrando come gli NFT possano essere utilizzati per creare valore duraturo, ridefinendo anche il rapporto tra creatori, consumatori e piattaforme digitali. Si indagheranno ora tre principali tipologie di NFT, evidenziandone il loro impatto nei rispettivi ambiti di applicazione: l'arte digitale, land, e NFT associati a brand, per poi analizzare il mutamento culturale degli NFT stessi.

L'arte digitale, di cui i Bored Ape sono un esempio emblematico, rappresenta una forma di espressione artistica nata e sviluppata interamente in ambito digitale (Balduf et al., 2022; Pawelzik & Ferdinand, 2022). Utilizzando strumenti tecnologici come algoritmi generativi, gli artisti creano opere immateriali - immagini, video, animazioni e opere interattive - che non derivano da trasposizioni di oggetti fisici, ma costituiscono linguaggi autonomi. Gli NFT hanno dato nuovo impulso a questo mercato (David & Won, 2022), fornendo agli artisti strumenti per certificare l'autenticità delle opere, tracciare le transazioni e contrastare il problema della duplicazione incontrollata.
OpenSea, la piattaforma più diffusa per la compravendita di arte digitale NFT, si basa su blockchain come Ethereum, Polygon e Solana per la gestione degli smart contract, garantendo sicurezza, trasparenza e tracciabilità delle transazioni. Attraverso OpenSea, gli artisti possono vendere direttamente le loro opere, con una commissione per la validazione, mentre gli acquirenti le ricevono nel proprio portafoglio digitale (ad esempio MetaMask) subito dopo l'acquisto (White et al., 2022). OpenSea ha così ridefinito il mercato dell'arte digitale, consentendo agli artisti di accedere a un pubblico globale, rivoluzionando i tradizionali meccanismi di distribuzione e vendita delle opere.
Le land nel Metaverso si fondano sui medesimi principii di unicità e proprietà, ma con implicazioni amplificate e una rilevanza crescente (Güven & Ercan, 2022), diventando asset strategici di posizionamento su piattaforme come Decentraland e The Sandbox.



Figura 14. Porzione della mappa di Decentraland. I puntini gialli rappresentano aree di interesse, la cui prossimità influenza i valori delle land adiacenti

Questi spazi virtuali consentono infatti agli utenti - o alle aziende - di possedere porzioni uniche del mondo digitale, utilizzabili per scopi personali, commerciali o culturali. La determinazione del valore delle land nel Metaverso (o sarebbe meglio dire nei metaversi) si basa, come visto, su fattori simili a quelli del mercato immobiliare tradizionale, come la posizione, la vicinanza a nodi di attività importanti o ad aree particolarmente frequentate: fattori che possono amplificare il valore economico grazie a effetti di spillover o a una maggiore visibilità (M. Goldberg, 2025). Ogni spazio è inoltre customizzabile e riadattabile come spazio per eventi, negozi, gallerie, residenze digitali, rendendo le land non solo una risorsa di valore, ma una possibilità di generare nuove entrate economiche per il suo possessore. L'alto livello di talkability e il veloce sviluppo di questo universo digitale ha ovviamente attratto l'attenzione di grandi aziende come Gucci, Louis Vitton e Burberry, e non solo (Wongkitrungrueng & Suprawan, 2024).

In primo luogo, gli NFT offrono ai brand un'opportunità senza precedenti per rafforzare il senso di esclusività (Sung et al., 2023). Acquistare un NFT di un marchio non significa infatti possedere semplicemente un prodotto digitale, ma affermare un'identità esclusiva: un NFT rilasciato da Gucci o Louis Vuitton potrebbe infatti includere accessi esclusivi a eventi virtuali, o benefici personalizzati per il possessore, trasformando l'acquisto in un'esperienza che combina unicità e senso di appartenenza a una cerchia esclusiva. L'unicità intrinseca degli NFT, garantita dalla blockchain, funge inoltre da catalizzatore per

creare un'interazione più profonda tra brand e cliente, in cui il bene digitale non è solo un oggetto da collezione, ma un mezzo per raccontare e vivere la storia del brand, diventando un simbolo di status per il consumatore finale (Centraco & Santoro, 2025).
Il Metaverso offre inoltre una duplice opportunità, differente per le due parti.

- Da un lato, consente ai consumatori di vivere esperienze immersive e personalizzate che li avvicinano al marchio, trasformando il rapporto con il brand in un'esperienza coinvolgente, unica e in cui il consumatore finale ha un ruolo attivo di esplorazione, visitando showroom virtuali ed installazioni artistiche, o partecipando a eventi virtuali, aumentando il senso di vicinanza al brand stesso (Spajić et al., 2022).
- Dall'altro, il Metaverso rappresenta per i brand un canale innovativo per raccontarsi e comunicare i propri valori attraverso strategie di storytelling. Progetti come "Gucci Vault" o "Louis: The Game" dimostrano come gli ambienti virtuali possano essere utilizzati per narrazioni sul patrimonio culturale, storico e di identità del marchio. In questi spazi virtuali, il brand non si limita infatti solo a promuovere prodotti o servizi, ma invita i consumatori a partecipare attivamente a una narrazione condivisa e a scoprire la storia e i valori dell'azienda (Domínguez & Díaz-Soloaga, 2025).

Gli NFT, in ottica di branding, ridefiniscono quindi il concetto di engagement e il processo di fidelizzazione del consumatore. Attraverso esperienze digitali altamente personalizzate e partecipative, i consumatori non rivestono più un ruolo passivo, ma diventano attivamente coinvolti come co-creatori del valore del marchio, superando il mero acquisto di un prodotto o servizio. Il presidio nel Metaverso (tramite acquisto e customizzazione delle land, particolarmente diffuso come si vedrà nella mappatura del capitolo 3) e la creazione di NFT da parte di grandi marche non costituiscono soltanto un nuovo canale di comunicazione, ma rappresentano un cambiamento fondamentale nelle strategie di marketing (Rosário et al., 2023).

Dalle analisi delle tre tipologie di NFT si evince un'importante evoluzione del concetto stesso di Non Fungible Token. Nella fase iniziale di diffusione, il loro valore è stato prevalentemente interpretato in chiave collezionistica e oggetto di speculazione finanziaria. Collezioni di tipo PFP (profile picture), come CryptoKitties, CryptoPunks e, più recentemente, il Bored Ape Yacht Club (Urom et al., 2022), rappresentano esempi emblematici di questa prima fase.

Questa interpretazione, sebbene fondamentale per spiegare il successo iniziale degli NFT e il loro ingresso nel mercato consumer, non esaurisce tuttavia la comprensione del loro ruolo e potenzialità: considerare gli NFT esclusivamente come oggetti digitali da collezione rischia infatti di ridurre il fenomeno a una dinamica puramente speculativa, trascurandone le implicazioni più profonde sul piano mediale e culturale, capaci di generare intorno all'acquisto un contesto valoriale di community e appartenenza (Xie et al., 2023).
Un punto di svolta in questo processo è stato il contributo di Robert Alice, che nel volume *On NFTs* (Alice, 2023) propone una rilettura del fenomeno: l'NFT non viene più inteso semplicemente come un certificato di proprietà associato a un'immagine o a un file digitale, ma come un *dispositivo culturale* dotato di una specificità mediale propria. Ciò che conferisce significato all'NFT non è tanto il contenuto visivo a cui rimanda, quanto l'atto di iscrizione sulla blockchain che ne sancisce l'esistenza, la tracciabilità e la legittimità (Ante, 2023). L'NFT può quindi essere interpretato come un *atto registrato* e non come un *bene statico*: un evento che, una volta iscritto sulla blockchain, produce effetti persistenti nel tempo. Attraverso lo smart contract, che certifica l'acquisto, l'NFT rende pubblicamente verificabile un atto di attribuzione di valore, di proprietà o di appartenenza: possedere un NFT non significa soltanto detenere un oggetto digitale, ma poter dimostrare in modo verificabile l'accesso a una determinata esperienza, a una community o a uno spazio digitale (K. Werbach, 2018) o a un progetto specifico.

Questa seconda interpretazione degli NFT come dispositivi mediali e come atti iscritti su un'infrastruttura condivisa può essere ulteriormente chiarita se collocata all'interno di una continuità storica con il mercato dell'arte digitale e con i problemi che lo hanno attraversato ben prima dell'introduzione della blockchain (Quaranta, 2021), in particolare la questione della riproducibilità tecnica e della conseguente attribuzione di valore.
Nel digitale infatti, dove la copia è strutturalmente indistinguibile dall'originale, il valore non può derivare da una presunta unicità materiale (come avverrebbe per un quadro o una scultura), ma deve essere costruito attraverso dispositivi simbolici e istituzionali (Joyeux-Prunel, 2024). In questo senso *"la scarsità delle opere d'arte allografiche può essere frutto di una convenzione, ma non è una convenzione assurda: si adegua a un modo di esistere dell'arte come bene scarso in un mercato del lusso"* (Quaranta, 2021, p. 86), e anche per gli NFT il valore non risiede nell'oggetto in sé, ma nel riconoscimento pubblico e condiviso della sua unicità (Efendioğlu, 2023).

Nella loro prima fase di diffusione, come visto, il valore degli NFT si è quindi strutturato prevalentemente come valore finanziario, più che come valore intrinseco legato al contenuto estetico. L'opera digitale circolava come asset, *"a esistere sempre più come valuta internazionale di scambio e accumulazione di risorse"* (Quaranta, 2021, p. 101), la cui rilevanza dipendeva appunto dalla sua capacità di essere scambiata, accumulata e riconosciuta all'interno di specifici mercati. A rafforzare ulteriormente questa dinamica contribuisce il ruolo svolto dai marketplace. L'emergere di piattaforme come OpenSea ha progressivamente orientato la lettura degli NFT verso una dimensione fortemente finanziaria, introducendo metriche, classifiche e indicatori tipici dei mercati, come il floor price, i ranking di collezione e l'andamento dei volumi di scambio (Z. Wang et al., 2023; Ziemke et al., 2023). In questo contesto, la promessa di dis-intermediazione associata alla blockchain è entrata in tensione con la realtà delle piattaforme centralizzate come OpenSea: tali piattaforme*"vanificano l'orizzontalità della blockchain e introducono tra artisti e collezionisti un intermediario che rischia di essere più autoritario, orientato al business e disinteressato alle problematiche specifiche dell'arte di quel mondo di intermediari che promette di smantellare (oltre a imporre commissioni spesso significative sulle vendite)"* (Quaranta, 2021, p. 49).

In questi marketplace la figura del collezionista si è così progressivamente trasformata in quella d'investitore, e l'acquisto dell'opera veniva spesso guidato non dal contenuto o dal progetto culturale, ma dalle aspettative di crescita del valore economico nel breve periodo (Vasan et al., 2022). Questa stessa configurazione ha reso tuttavia il sistema intrinsecamente fragile, poiché il valore risultava sempre più dipendente da dinamiche di hype, visibilità e fiducia collettiva, piuttosto che da pratiche culturali stabili e condivise.

È in questo quadro che la bolla speculativa degli NFT (che ha raggiunto il suo apice negli anni 2021-2022 con esplosione alla fine del 2022) può essere interpretata non come un'anomalia o un fallimento accidentale, ma come l'esito coerente della prima interpretazione del fenomeno. Quando l'NFT viene pensato principalmente come bene raro (Mekacher et al., 2022a), come strumento di investimento e come oggetto scambiabile all'interno di mercati ad alta volatilità, al di là del suo valore culturale e progettuale, la formazione di una bolla diventa una conseguenza strutturale, e in parte inevitabile.

> *"I rischi di una bolla speculativa, quando riguarda l'arte contemporanea, sono ben noti e in qualche modo già emersi: le opere e gli artisti che l'hanno cavalcata maggiormente colano a picco assieme alla barca, quando questa affonda, a prescindere dalla loro genuinità e qualità; il mercato viene saturato da una crescita*

dell'offerta, in cui la ricerca cede spesso il passo all'emulazione e alla ripetizione degli elementi esteriori e formali dell'arte più inflazionata" (Quaranta, 2021, p. 196). La crisi che ne è seguita non va quindi letta come una semplice smentita del valore degli NFT, ma come un momento di emersione delle contraddizioni interne a quel paradigma.

In questa prospettiva, e dopo l'esplosione della bolla speculativa, si instaura la "seconda wave" degli NFT, che non si configura come una negazione della fase iniziale, ma come una sua rielaborazione critica. Se nella prima fase l'NFT ha funzionato principalmente come bene basato su una scarsità programmata e come segnale di distinzione, nella fase successiva esso tende a operare come infrastruttura culturale, capace di organizzare accessi, diritti e forme di appartenenza. Il valore dell'NFT non emerge più soltanto dalla sua unicità tecnica, andando oltre la dimensione speculativa e finanziaria di scambio, ma diventa uno strumento culturale e sociale, di accesso ad aree riservate ad eventi e appartenenza a community esclusive.

Alla luce delle dinamiche analizzate, il passaggio individuato tra la prima wave speculativa e la seconda fase di rivalutazione culturale, sociale e simbolica degli NFT può essere interpretato non solo come un'evoluzione tecnologica da NFT 1.0 a NFT 2.0 (Guidi & Michienzi, 2023), ma come una trasformazione più profonda del modo in cui il token non fungibile viene concepito, utilizzato e valorizzato all'interno degli ecosistemi digitali.

- La prima fase di diffusione degli NFT, riconducibile a quella che in letteratura viene definito NFT 1.0 (Guidi & Michienzi, 2023), è stata caratterizzata da token concepiti come entità statiche, i cui metadati erano definiti al momento del minting (creazione) e non potevano essere modificati successivamente. In questa configurazione, il valore dell'NFT risulta ancorato alla certificazione immutabile di unicità e di proprietà, favorendo una lettura fortemente orientata allo scambio. Tale staticità funzionale ha reso gli NFT particolarmente compatibili con dinamiche speculative e con processi di finanziarizzazione rapida, in cui il token, come visto, operava principalmente come asset da collezione e da investimento.
- L'evoluzione successiva, verso gli NFT 2.0, non si limita all'introduzione di nuove funzionalità, ma incide sullo statuto stesso del token. Gli NFT vengono progressivamente ripensati come entità dinamiche, il cui comportamento e i cui metadati possono evolvere nel tempo secondo logiche previste dallo smart contract, introducendo forme di interazione, utilità e integrazione sistemica prima assenti

(Barrington, 2022). In questa prospettiva, il token non si configura più soltanto come certificato di possesso di un bene immutabile e valutato secondo il suo rarity score (Mekacher et al., 2022), ma come elemento attivo all'interno di un'infrastruttura digitale, in grado di abilitare accessi, diritti, comportamenti e forme di partecipazione all'interno di ecosistemi complessi, modificandosi nel tempo, pur entro regole definite dal contratto (smart contract).

Questo mutamento tecnologico ha implicazioni rilevanti in termini mediali: da oggetto da possedere, esso diventa dispositivo. Il valore non deriva più esclusivamente dalla scarsità, diventando riprogrammabili e modificabili nel tempo, ma dall'insieme di esperienze, interazioni e riconoscimenti collettivi che l'NFT rende possibili (Centraco & Santoro, 2025). In tal senso, la distinzione tra NFT 1.0 e NFT 2.0 consente di leggere l'evoluzione del fenomeno come un passaggio dalla logica del possesso a quella dell'uso, dell'accesso e dell'appartenenza.

In questa nuova prospettiva, gli NFT possono assumere un ruolo centrale anche dal punto di vista delle strategie di marketing e di comunicazione. Non più soltanto strumenti di monetizzazione o di distinzione simbolica, essi diventano dispositivi attraverso cui i brand (e non solo) possono strutturare esperienze, attivare community e gestire forme di partecipazione nel Metaverso. Il passaggio tecnologico da NFT 1.0 a NFT 2.0 fornisce quindi una chiave di lettura utile per comprendere come il valore si sposti progressivamente dall'oggetto al processo, dalla proprietà all'interazione, preparando il terreno per l'analisi dell'esperienza dell'utente nel Metaverso, affrontata nella sezione successiva, approfondendo il ruolo dell'avatar.

1.4 Meccanismi e Dinamiche di interazione nel Metaverso

Gli avatar costituiscono rappresentazioni dell'individuo nel mondo digitale, consentendo agli utenti di esprimere la propria identità (C.-I. Teng, 2017) e di partecipare attivamente alle dinamiche sociali e culturali del Metaverso (H.-W. Lee et al., 2023). La loro funzione non si limita ad una semplice rappresentazione visiva: essi agiscono infatti come prolungamenti del sé, fornendo al proprio "sé digitale" un corpo capace di trasmettere emozioni, intenzioni e valori, e contribuendo alla costruzione di un'identità digitale complessa, che si modula in base alle scelte di rappresentazione dell'utente (Y. Han & Ho, 2024). Esistono tuttavia differenti tipologie di avatar (Yoon et al., 2022) tra cui:

- avatar 2D, caratterizzati da un design minimal e semplificato

- avatar 3D, che sfruttano un sistema tridimensionale per un maggiore realismo
- avatar per realtà virtuale (VR), adattati a mondi virtuali immersivi
- e infine gli human digital, progettati per offrire un'elevata fedeltà e realismo.

Trasversalmente alle tipologie, la possibilità di configurare l'aspetto, il comportamento e altre caratteristiche dell'avatar permettono agli utenti di modellare e costruire nel tempo la loro identità digitale in base a preferenze personali iniziali, e processi di modulazione successivi. L'avatar non è così un semplice *digital double* della propria persona reale nel Metaverso (S. Liu et al., 2025), ma può, sia nel momento della sua creazione che in fasi successive di sviluppo, assumere caratteristiche e tratti differenti rispetto al sé reale.

Da una prospettiva mediologica, il ruolo dell'avatar può essere chiarito collocandolo all'interno della più ampia riflessione sull'immersione come strategia storica dei media visivi (Grau, 2004). In tale prospettiva, l'immersione non coincide con un semplice incremento del realismo tecnico o come la semplice adozione di dispositivi (HMD - visori), ma con una progressiva riduzione della distanza (soglia) tra soggetto e rappresentazione (come visto in (Pinotti, 2017, 2020) nei concetti di immagini che diventano ambienti e che negano il loro statuto di *immagini di qualcos'altro*).

> *"Immersion is characterized by diminishing critical distance to what is shown and increasing emotional involvement in what is happening"* (Grau, 2004, p. 13).

Il maggiore coinvolgimento percettivo (ed emotivo) di questi mondi virtuali interoperabili, si realizza dunque nella costruzione di un ambiente an-iconico che si propone come totalità percettiva, capace di saturare il campo esperienziale del soggetto, che da osservatore diventa experiencer, agendo nell'immagine stessa.

> *"... these images integrate the observer in a 360 space of illusion, or immersion, with unity of time and place. As image media can be described in terms of their intervention in perception, in terms of how they organize and structure perception and cognition, virtual immersive spaces must be classed as extreme variants of image media that, on account of their totality, offer a completely alternative reality"* (Grau, 2004, p. 13).

Questa nuova veste di experiencer risulta possibile proprio attraverso l'avatar, che non si configura come mero strumento di rappresentazione digitale (un digital double), ma come medium, uno strumento di mediazione appunto, che rende possibile l'esperienza immersiva e interattiva nell'immagine-ambiente, fornendo al soggetto un corpo attraverso cui agire e abitare lo spazio digitale.

Una volta chiarita la funzione di medium dell'avatar come condizione di accesso all'esperienza immersiva, risulta tuttavia necessario interrogare le implicazioni soggettive dell'abitare ambienti digitali. In questa direzione, le riflessioni di Sherry Turkle - sviluppate nel contesto del personal computing e delle prime comunità virtuali testuali (web 1.0: si pensi ai gruppi di discussione su Usenet e i MUD[12]) - offrono un quadro teorico per comprendere come le tecnologie digitali operino come luoghi psicologici ed evocativi capaci di incidere sui processi di costruzione dell'identità (*The Second Self* e *Life on the Screen* (Turkle, 1984, 1995)).

L'ambiente digitale emerge infatti come uno spazio in cui il sé non si presenta più come entità unitaria, stabile e monolitica, ma come configurazione fluida, distribuita (su molteplici finestre) e situata in differenti contesti digitali, continuamente rinegoziata attraverso l'interazione con gli altri utenti. L'esperienza online si configura così come una pratica di esplorazione identitaria (H. Kim et al., 2023) che non si pone in opposizione alla vita quotidiana, ma che si articola in continuità con essa. In termini concreti, ciò significa che uno stesso soggetto può partecipare a contesti digitali differenti adottando modalità di presenza diverse, senza che queste debbano convergere in un'unica immagine coerente di sé. Ad esempio, una persona può presentarsi come interlocutore competente e autorevole in uno spazio di discussione tematico e, allo stesso tempo, assumere una posizione più esplorativa o informale in un altro contesto digitale, senza che tale differenziazione venga percepita come contraddittoria.

Nell'evoluzione verso mondi 3D interoperabili (Metaverso), l'avatar diventa il nuovo mezzo di espressione: non solo come mezzo di mediazione (medium fra sé e l'ambiente digitale e fra sé e gli altri utenti) ma come dispositivo di sperimentazione di forme differenti della propria identità. Customizzare il proprio avatar significa quindi avere la possibilità di modificare radicalmente la propria morfologia (cambiando genere, età, o assumendo sembianze fantastiche e non umane) non per nascondersi, ma per esplorare come queste nuove 'pelli digitali' (digital skins) influenzino le interazioni con gli altri e, di riflesso, la percezione che si ha di sé stessi. Il Metaverso diventa quindi uno spazio di sperimentazione

[12] *Usenet* è un sistema di gruppi di discussione testuali distribuiti, attivo a partire dagli anni Ottanta, che ha rappresentato una delle prime forme di comunicazione pubblica e asincrona online. I *MUD* (*Multi-User Dungeons* o *Multi-User Domains*) sono ambienti digitali multi-utente basati esclusivamente su interazione testuale, organizzati come spazi virtuali navigabili e caratterizzati da una forte dimensione sociale e identitaria. I MUD in particolare costituiscono esempi emblematici delle prime comunità virtuali analizzate da Turkle, in cui l'identità veniva costruita e negoziata prevalentemente attraverso il linguaggio e l'interazione simbolica, in assenza di una rappresentazione corporea visiva.

di diverse rappresentazione del sé, di come ci percepiamo e rappresentiamo (B. J. Li & Lwin, 2016).

La riflessione condotta finora ha chiarito il ruolo dell'avatar su due livelli complementari: come condizione mediologica di accesso all'esperienza immersiva e incarnata (Grau, 2004) e come spazio di negoziazione soggettiva del sé (Turkle, 1984, 1995). Tuttavia, nei mondi virtuali abitati da più utenti, l'esperienza non è mai solipsistica ma parte di un ambiente sociale (condiviso) in cui l'azione del soggetto cessa di essere un fatto privato per svolgersi sotto lo sguardo degli altri (Hennig-Thurau et al., 2023): il Metaverso come visto nelle precedenti definizioni ha una imprescindibile componente sociale.
In questo senso, la prospettiva drammaturgica elaborata da Erving Goffman (Goffman, 1959) consente di interpretare l'esperienza immersiva come una forma di azione sociale situata. Secondo l'autore, la vita sociale si struttura come una sequenza di situazioni in cui l'azione acquista senso solo nella misura in cui risulta osservabile e riconoscibile all'interno di una scena condivisa. L'attenzione non si concentra su ciò che il soggetto "è" in senso essenziale, ma sulla capacità di sostenere nel tempo una condotta coerente e intelligibile nel corso dell'interazione. Goffman chiarisce questa dinamica attraverso esempi concreti della vita quotidiana (Goffman, 1959, p. 74), come quello del cameriere che, entrando nella sala di un ristorante, assume gesti, postura e modalità espressive coerenti con il ruolo atteso, rendendo immediatamente riconoscibile la propria funzione agli occhi dei clienti. In questo caso, l'identità del soggetto non dipende da caratteristiche interiori o "autentiche" (il cameriere non è cameriere in quanto tale, "in sé"), ma dalla capacità di mantenere una performance adeguata alle aspettative della situazione (servire i clienti, mostrarsi sempre disponibile: ossia agendo come un cameriere). Quando tale coerenza viene meno, non è l'individuo a cambiare "chi è", ma è l'interazione stessa a perdere senso.
In questa prospettiva, il fulcro dell'analisi non è il soggetto, ma l'azione così come si svolge all'interno di una situazione sociale (Suchman, 1987). Per Goffman, la vita sociale non è costituita da individui che esprimono un'identità *pre-esistente*, ma da sequenze di *azioni pubbliche* che acquistano senso solo perché sono osservabili e interpretabili dagli altri (Blumer, 2009). Agire socialmente significa quindi sostenere, nel tempo, modalità di comportamento e di presentazione coerenti con le aspettative degli altri, e attraverso la ripetizione e la stabilità di tali condotte si costruisce "chi si è", la propria identità e persona. Quando l'azione si svolge stabilmente sotto lo sguardo altrui, e deve risultare coerente e

intelligibile nel tempo, essa assume quindi i tratti di una vera e propria *performance* sociale, orientata ad un pubblico e regolata da aspettative condivise.

Se l'interazione sociale può essere dunque intesa come una forma di rappresentazione, essa richiede strumenti espressivi attraverso cui essere *messa in scena*. È in questo senso che Goffman introduce il concetto di *front* (facciata) (Goffman, 1959), definendolo come quella parte della performance dell'individuo che funziona in modo generale e relativamente fisso. Il *front* non coincide con un'improvvisazione momentanea, ma con un equipaggiamento espressivo di tipo standardizzato che l'attore (il soggetto) utilizza, in modo più o meno consapevole, nel corso della propria esibizione. Attraverso il *front*, la situazione viene resa immediatamente intelligibile, consentendo agli altri di comprendere quale tipo di interazione sia in atto e quali aspettative di comportamento siano appropriate (Hogan, 2010).

Goffman distingue all'interno del *front* due componenti fondamentali. Da un lato vi è il *setting*, ossia lo scenario materiale dell'azione, che comprende l'organizzazione spaziale, gli oggetti, gli arredi e l'equipaggiamento fisico che fanno da sfondo alla performance. Il *setting* tende a rimanere relativamente stabile dal punto di vista spaziale: per sostenere la propria parte, l'attore deve entrare in quello spazio e, una volta uscitone, la performance cessa. Dall'altro lato vi è il *personal front*, che comprende quegli elementi dell'equipaggiamento espressivo strettamente associati all'attore e che lo accompagnano ovunque vada. Rientrano in questa categoria segni di status e di ruolo, l'abbigliamento, le caratteristiche corporee visibili, la postura, i modelli di linguaggio, le espressioni facciali e la gestualità. È la coerenza tra *setting*, *personal front* e comportamento messo in atto a rendere l'azione leggibile e socialmente accettabile, permettendo alla performance di apparire credibile agli occhi del pubblico.

Si consideri, ad esempio, la situazione di un'aula universitaria durante una lezione. Il *setting* è costituito dallo spazio dell'aula, dalla disposizione dei banchi, dalla cattedra, dalla lavagna e dalle tecnologie didattiche, che definiscono immediatamente il tipo di situazione in corso. Il *personal front* del docente comprende invece l'abbigliamento formale o semi-formale, la postura eretta, il tono di voce, il lessico utilizzato e le modalità di interazione con gli studenti. È la coerenza tra questi elementi e il comportamento messo in atto - spiegare, rispondere alle domande, mantenere l'attenzione dell'aula - a rendere la performance riconoscibile e socialmente legittima. Se il docente mantenesse il medesimo *personal front* in un contesto differente, o se entrasse nell'aula adottando modalità

espressive incoerenti con il ruolo atteso, la definizione della situazione risulterebbe ambigua e l'interazione perderebbe di efficacia.
La rappresentazione non si svolge tuttavia in uno spazio indifferenziato, ma è regolata da una precisa organizzazione delle regioni sociali. Goffman analizza questa dimensione attraverso la distinzione tra scena (*front region*) e retroscena (*back region*) (Goffman, 1959). La scena è lo spazio in cui la performance viene esposta al pubblico e in cui l'attore deve mantenere il controllo espressivo necessario a sostenere determinati standard di comportamento. Ogni gesto e modalità di presenza contribuisce a confermare la definizione della situazione agli occhi degli osservatori. Il retroscena, al contrario, è lo spazio sottratto allo sguardo pubblico, nel quale l'impressione promossa dalla performance può essere temporaneamente sospesa o contraddetta. Qui l'attore può uscire dal personaggio, preparare o correggere la propria esibizione senza essere sottoposto a valutazione. La separazione tra scena e retroscena è strutturalmente necessaria al mantenimento della credibilità dell'interazione: l'accesso del pubblico al retroscena comprometterebbe infatti la tenuta della rappresentazione e l'ordine stesso della situazione sociale.

Solo a partire da questa articolazione teorica diventa possibile considerare come tali categorie vengano riorganizzate nei mondi virtuali immersivi. In questo contesto, l'avatar può essere interpretato come una trasposizione del *personal front*, ossia come l'equipaggiamento espressivo che rende l'utente immediatamente intelligibile agli altri all'interno della scena digitale. La configurazione visiva dell'avatar, l'abbigliamento virtuale e le modalità gestuali non costituiscono quindi semplici scelte estetiche, ma elementi strutturali che garantiscono la coerenza della performance attraverso i diversi setting virtuali. Allo stesso tempo, l'esperienza immersiva introduce una riorganizzazione radicale delle regioni: la *scena* coincide con lo spazio digitale occupato dall'avatar, in cui la performance risulta costantemente visibile e attiva, mentre il *retroscena* corrisponde allo spazio fisico dell'utente, al suo corpo biologico e all'ambiente materiale in cui si trova. Questa separazione, mediata tecnologicamente, crea un retroscena fortemente protetto, che consente all'utente di contraddire o sospendere la performance senza che ciò trapeli nella scena digitale. La tecnologia opera così come un filtro particolarmente efficace nella stabilizzazione del *front*, permettendo al soggetto, proprio nello spazio digitale di trovare nuove forme espressive di sé, non necessariamente coerenti fra loro e che non necessariamente si identificano come un double digitale del nostro sé nel mondo fisico.

Alla luce del quadro teorico fin qui delineato di avatar come medium e modalità di espressione per la costruzione del sé, la sezione 1.4 analizza le principali dinamiche di interazione mediate dall'avatar nel Metaverso, articolandole lungo tre livelli complementari: individuale, intersoggettivo e percettivo-emotivo. La sezione 1.4.1 si concentrerà sul ruolo dell'avatar come dispositivo di mediazione incarnata e di personalizzazione dell'esperienza. La sezione 1.4.2 estenderà l'analisi alla dimensione psico-sociale dell'esperienza immersiva, approfondendo i concetti di presence e co-presence come condizioni fondamentali della percezione dell'altro e della condivisione dello spazio virtuale, e delle dinamiche di embodiment. La sezione 1.4.3, infine, si focalizzerà sui processi cognitivi ed emotivi attivati nelle interazioni immersive, assumendo il crowding effect come caso paradigmatico.

In questo senso, le sottosezioni che seguono rispondono a tre interrogativi analitici distinti ma interdipendenti: chi è il soggetto che agisce nel Metaverso e attraverso quali forme di incarnazione (1.4.1), in che tipo di spazio condiviso e relazionale si svolge l'esperienza (1.4.2), e quali processi cognitivi ed emotivi vengono attivati nel corso dell'interazione immersiva (1.4.3).

1.4.1 Il ruolo dell'avatar: dall'identità digitale alla personalizzazione

Gli avatar, come visto, fungono da rappresentazioni dell'io dei singoli utenti nel mondo digitale, per abitare il Metaverso, comunicare con altri utenti e partecipare a esperienze immersive in spazi condivisi (Lam et al., 2022).



Figura 15. Esempi di customizzazione dell'avatar su Decentraland

Da una prospettiva mediologica, l'avatar non può essere quindi interpretato unicamente come rappresentazione visiva dell'utente, ma come il dispositivo attraverso cui il soggetto

si incarna nello spazio virtuale e vi agisce dall'interno (Biocca, 1997, Article *The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments*). Nei contesti immersivi del Metaverso (nelle loro differenti declinazioni: da accesso tramite visori a una fruizione mediata da pc e mobile), il corpo non è un elemento accessorio dell'esperienza, ma ne costituisce il fondamento:

> *"before paper, wires, and silicon, the primordial communication medium is the body […]the fleshy gateway to the mind"* (Biocca, 1997, p. 13)

In questo senso, l'avatar opera, come visto, come mezzo di mediazione (Grau, 2004), fornendo al soggetto un punto di vista incarnato nell'ambiente digitale per sperimentare differenti forme di sé (Turkle, 1995) e compiere azioni in uno spazio sociale che contribuiscono alla creazione progressiva di un'identità (Goffman, 1959). L'interfaccia non si limita a presentare un mondo da osservare, ma contribuisce a strutturare il rapporto percettivo tra soggetto e spazio, definendo i confini tra ciò che viene esperito come sé e ciò che viene percepito come ambiente:

> *"the whole interface defines the boundaries and shape of the body by defining the boundary between inside and outside, between the part of the VR world that is "me" and the part that is "the world"* (Biocca, 1997, p. 17)

Attraverso l'avatar, il soggetto percepisce, si orienta e agisce nello spazio digitale in prima persona, attribuendo continuità percettiva al corpo virtuale e riconoscendolo come proprio mezzo di interazione con l'ambiente. L'avatar si configura come la condizione *sine qua non* dell'esperienza immersiva, trasformando l'utente da spettatore esterno dell'immagine a soggetto agente situato nello spazio digitale. Proprio perché l'avatar costituisce il corpo attraverso cui il soggetto percepisce e agisce nello spazio virtuale, la definizione della sua forma e delle sue caratteristiche non può essere ricondotta a una scelta meramente estetica. Intervenire sull'aspetto dell'avatar equivale infatti a modificare il mezzo attraverso cui l'esperienza prende forma, incidendo sul modo in cui il soggetto si colloca, si muove ed è percepito dagli altri nell'ambiente digitale.

Un avatar, in questa prospettiva, può assumere molteplici forme, dai modelli semplici e stilizzati, come quelli presenti su piattaforme come *Zepeto* (J. Han et al., 2021), a rappresentazioni tridimensionali più dettagliate, come accade in ambienti complessi come *Decentraland* (Figura 15) o *Horizon Worlds*. Trasversalmente al livello di resa grafica, e alla complessità della rappresentazione, gli utenti hanno la possibilità di plasmare la propria immagine digitale, customizzando caratteristiche fisiche di base (colore dell'incarnato, dei

capelli, tratti e corporatura) e aggiungendo elementi come wearables e skin specifiche, attraverso NFT (Ahn et al., 2025).
Le direzioni di sviluppo di un avatar possono essere differenti: può essere progettato per cercare di rispecchiare l'aspetto fisico del suo creatore, rafforzando un senso di autenticità e di auto-identificazione, anche senza pretese di un fotorealismo in senso stretto (Takano & Taka, 2022). Al contrario lo stesso avatar può essere sviluppato in modo dissimile dalla persona reale e usato per sperimentare nuove identità o ruoli. La possibilità di personalizzazione rappresenta la forma attraverso cui il soggetto vive l'ambiente e si mostra nel suo *front* (Goffman, 1959).

Nel quadro teorico fin qui delineato, l'avatar è stato analizzato come dispositivo di mediazione incarnata e come front performativo attraverso cui il soggetto rende la propria azione socialmente intelligibile agli altri. Tuttavia, questo processo non si esaurisce nella dimensione della presentazione sociale. La forma dell'avatar, infatti, non agisce esclusivamente verso l'esterno, ma può retroagire sul soggetto che la assume, incidendo direttamente sul suo comportamento. È in questa direzione che si colloca il *Proteus Effect* (Yee & Bailenson, 2007), che fornisce una cornice teorica per comprendere come l'aspetto dell'avatar influenzi le condotte dell'utente stesso.
In linea con gli esperimenti condotti da (Yee & Bailenson, 2007) su questo fenomeno, gli individui tendono a conformare atteggiamenti, decisioni e modalità di azione agli stereotipi sociali associati alle caratteristiche del proprio avatar, come l'altezza, l'attrattività fisica o i segni di status. Impersonificare un avatar percepito come autorevole, sicuro o dominante porta l'utente ad agire in modo coerente con tali attributi, mentre un avatar associato a tratti di minore prestigio può orientare comportamenti più remissivi o cauti[13]. In questo senso, l'avatar non è solo ciò attraverso cui il soggetto viene visto dagli altri, ma diventa un riferimento per l'autoregolazione del comportamento (Fox et al., 2013).
Il meccanismo alla base del Proteus Effect è riconducibile alla *Self-Perception Theory* (Bem, 1972), secondo cui gli individui inferiscono i propri atteggiamenti e disposizioni osservando se stessi dall'esterno. Nel contesto dei mondi immersivi, l'utente osserva il proprio corpo-avatar e, sulla base delle sue caratteristiche visive e simboliche, deduce "chi

[13] In particolare, nel primo esperimento i partecipanti assegnati ad avatar più attraenti mostravano una maggiore propensione all'intimità e alla self-disclosure nelle interazioni sociali rispetto a quelli con avatar meno attraenti; nel secondo esperimento, i partecipanti dotati di avatar più alti adottavano comportamenti negoziali più assertivi e sicuri rispetto a quelli con avatar più bassi (Yee & Bailenson, 2007)

è" e "come è appropriato agire". Ciò che risulta determinante non è il punto di vista percettivo in prima o terza persona, ma il riconoscimento dell'avatar come rappresentazione del proprio corpo e del proprio sé nello spazio digitale.
Questa dinamica è particolarmente rilevante nel contesto della customizzazione dell'avatar. Intervenire sull'aspetto del proprio avatar diventa quindi una forma di comunicazione: propone agli altri utenti una immagine di sé che si vuole veicolare, modula in modo retroattivo il proprio comportamento in funzione delle caratteristiche scelte e quindi, in modo indiretto, anche come gli altri utenti interagiscono con il nostro avatar.
Questi effetti di customizzazione potrebbero tuttavia non fermarsi allo spazio immersivo. Gli autori (Yee & Bailenson, 2007) pur dimostrando empiricamente l'impatto immediato dell'alterazione della self-representation sul comportamento negli ambienti virtuali, suggeriscono come tali modifiche possano, in determinate condizioni, estendersi oltre il contesto digitale. In questa prospettiva, il Proteus Effect non viene interpretato esclusivamente come un fenomeno situazionale, ma come un meccanismo potenzialmente in grado di incidere nel tempo su atteggiamenti e modalità di interazione del soggetto, anche al di fuori dell'ambiente immersivo.
In questa prospettiva il Metaverso diventa uno spazio di sperimentazione del sé non solo temporaneo, ma che può comportare modifiche strutturali anche sul nostro sé reale e sui nostri comportamenti nella realtà fisica. Risulta quindi sempre più assottigliata la soglia fra fisico e digitale, un phygital (Montagna, 2022) in cui dinamiche interne ai mondi immersivi possono avere ricadute concrete, come si vedrà con la successiva analisi della self-congruence (J. Park & Kim, 2024).

La *self-congruence*, definita come la percezione di "*coerenza tra il sé reale e il sé virtuale"* (T. Huang et al., 2023), è un elemento cruciale, poiché può modulare il senso di autenticità dell'esperienza vissuta in questi ambienti immersivi. Lo studio di (J. Park & Kim, 2024), indaga questi processi in ambito marketing, analizzando come la customizzazione dell'avatar possa incrementare la Purchase Intention (PI (Dash et al., 2021)) di prodotti sia in ambito virtuale che IRL (In Real Life). La ricerca è stata condotta attraverso una rilevazione CAWI (Computer-Assisted Web Interviewing (Leeuw et al., 2009)), che ha coinvolto 164 utenti della piattaforma Zepeto, appartenenti principalmente alla Generazione Z e Y. L'indagine ha l'obiettivo di analizzare il ruolo della somiglianza fisica percepita con l'avatar nella self-congruence, e le sue conseguenze sullo stato di *flow* (il senso di essere immerso in un flusso esperienziale (Brannon Barhorst et al., 2021)) e sulle

intenzioni di acquisto, sia virtuali che reali. Il modello si struttura su cinque ipotesi (figura 16).

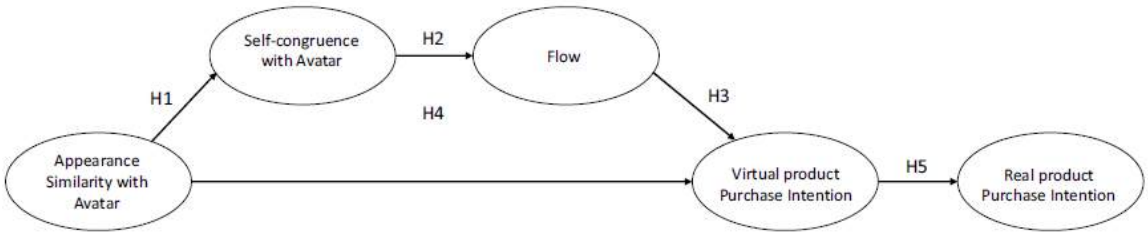


Figura 16. Ipotesi di ricerca (J. Park & Kim, 2024)

L'ipotesi H1 postula che una maggiore somiglianza tra l'aspetto dell'utente e quello del proprio avatar favorisca un più alto livello di self-congruence (K.-S. Suh et al., 2011), ossia di coerenza fra sé reale e sé digitale, e come la stessa self-congruence eserciti un'influenza positiva sul flow (H2).

Uno stato di immersione profonda (flow) dovrebbe inoltre, secondo gli autori, incrementare la propensione all'acquisto di beni virtuali (H3). Gli autori ipotizzano inoltre un impatto diretto dalla somiglianza sulla PI (purchase intention) di prodotti virtuali (Jin et al., 2017), in aggiunta al processo di mediazione esercitato dalla self-congruence e dal flow percepito (H4). Gli stessi autori ipotizzano infine (H5) che l'intenzione di acquisto di prodotti virtuali sia positivamente correlata all'intenzione di acquisto di prodotti reali, suggerendo una contaminazione fra il comportamento nel Metaverso e scelte di consumo nel mondo fisico: aspetto di particolare interesse per grandi aziende per creare nuove quote di consumatori, o per fidelizzare quelli attuali, aumentandone la loro frequenza di acquisto, in un contesto sempre più phygital.

Tutte le variabili di interesse sono state misurate con scale Likert a sette punti, e i dati raccolti sono stati analizzati utilizzando un Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM (Hair, 2009)).

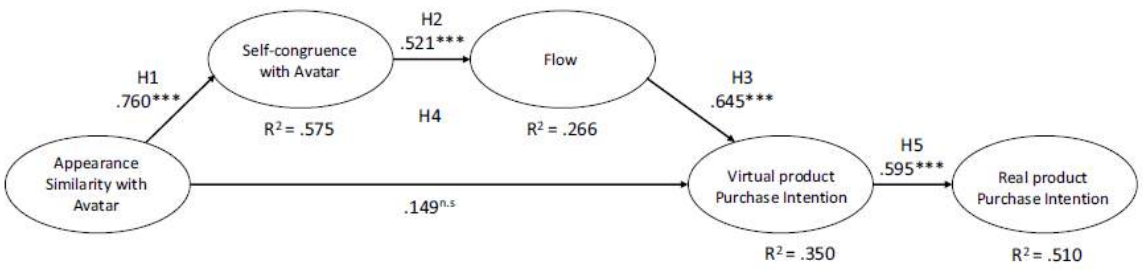


Figura 17. Risultati dell'analisi PLS-SEM (J. Park & Kim, 2024)

I risultati dell'analisi PLS-SEM confermano il ruolo della self-congruence e del flow come mediatori del rapporto tra la somiglianza percepita con l'avatar e l'intenzione di acquisto

di prodotti virtuali, e conseguentemente di quelli reali. L'ipotesi H1 è supportata con un coefficiente standardizzato $\beta = 0.760$ ($p < 0.001$), indicando come una maggiore somiglianza tra l'utente e il proprio avatar aumenti significativamente la self-congruence. Il modello spiega il 57.5% della varianza della self-congruence, evidenziando la forza predittiva della somiglianza fisica nella costruzione di un'identità virtuale coerente col sé reale. L'ipotesi H2, che collega la self-congruence con il flow, è supportata con un coefficiente standardizzato positivo di $\beta = 0.521$ ($p < 0.001$), suggerendo come una maggiore coerenza tra il sé reale e il sé virtuale favorisca uno stato di immersione profonda. Il valore di $R^2 = 0.266$ per il flow indica che circa il 26.6% della sua varianza è spiegata dalla self-congruence. L'ipotesi H3, che esplora invece l'effetto del flow sull'intenzione di acquisto di prodotti virtuali, è confermata con un coefficiente di $\beta = 0.645$ ($p < 0.001$), dimostrando come uno stato di immersione elevato aumenti significativamente la propensione all'acquisto di beni digitali. Il modello spiega il 35% della varianza della PI (Purchase Intention) di prodotti virtuali ($R^2 = 0.350$), evidenziando il ruolo del flow nelle decisioni di consumo nel Metaverso. Il path H4, che ipotizzava un effetto diretto della somiglianza sulla PI, non è confermato ($\beta = 0.149$, $p>0.05$), suggerendo come la somiglianza con l'avatar da sola non abbia un impatto diretto sull'intenzione di acquisto di prodotti virtuali, e che possa avere un effetto soltanto attraverso meccanismi di mediazione degli altri costrutti indagati (self-congruence e flow). L'ipotesi H5, che postula un effetto positivo della PI di prodotti virtuali sulla PI di prodotti reali, è fortemente supportata con un coefficiente standardizzato di $\beta = 0.595$ ($p < 0.001$) e una percentuale di variabilità spiegata del 51%, confermando come l'acquisto di prodotti virtuali abbia un impatto significativo sulle decisioni di consumo nel mondo fisico. Questi risultati confermano il quadro finora descritto. La personalizzazione dell'avatar non si riduce a una semplice customizzazione estetica, ma esercita, fra utenti già attivi nel Metaverso (come quelli di Zepeto), un impatto significativo sulla percezione di coerenza fra il sé reale e il sé digitale (T. Huang et al., 2023), modulando il senso di immersione nell'esperienza e conseguentemente comportamenti complessi come la Purchase Intention, non solo nel contesto immersivo ma anche sugli acquisti di prodotti fisici al di fuori del Metaverso. La possibilità di personalizzazione tramite acquisto di NFT di brand rappresenta quindi un potenziale driver per le grandi aziende per offrire molteplici possibilità di customizzazione, avvicinando sempre di più l'acquirente finale alla scelta di acquisto dei loro prodotti (Xie et al., 2023).

La self-congruence indotta dalla somiglianza con l'avatar non ha tuttavia impatto solo sulla percezione di flow e su meccanismi di PI, ma può avere ripercussioni differenti anche nello svolgimento di compiti complessi. Per testare l'impatto di questa variabile gli autori (Zhu & Yi, 2024) hanno sviluppato un disegno sperimentale between-subjects 2*2, in cui i fattori manipolati sono stati il grado di somiglianza tra avatar e utente (alto vs. basso) e la tipologia di compito svolto (procedurale vs. creativo: figura 18).

I 120 partecipanti sono stati suddivisi in quattro gruppi sperimentali (2*2= 4 condizioni; n=30 per ciascun gruppo). Per garantire una rilevazione accurata, il coinvolgimento e le performance sono stati misurati attraverso strumenti psicometrici, questionari auto-riferiti e metriche comportamentali raccolte durante l'esperimento.

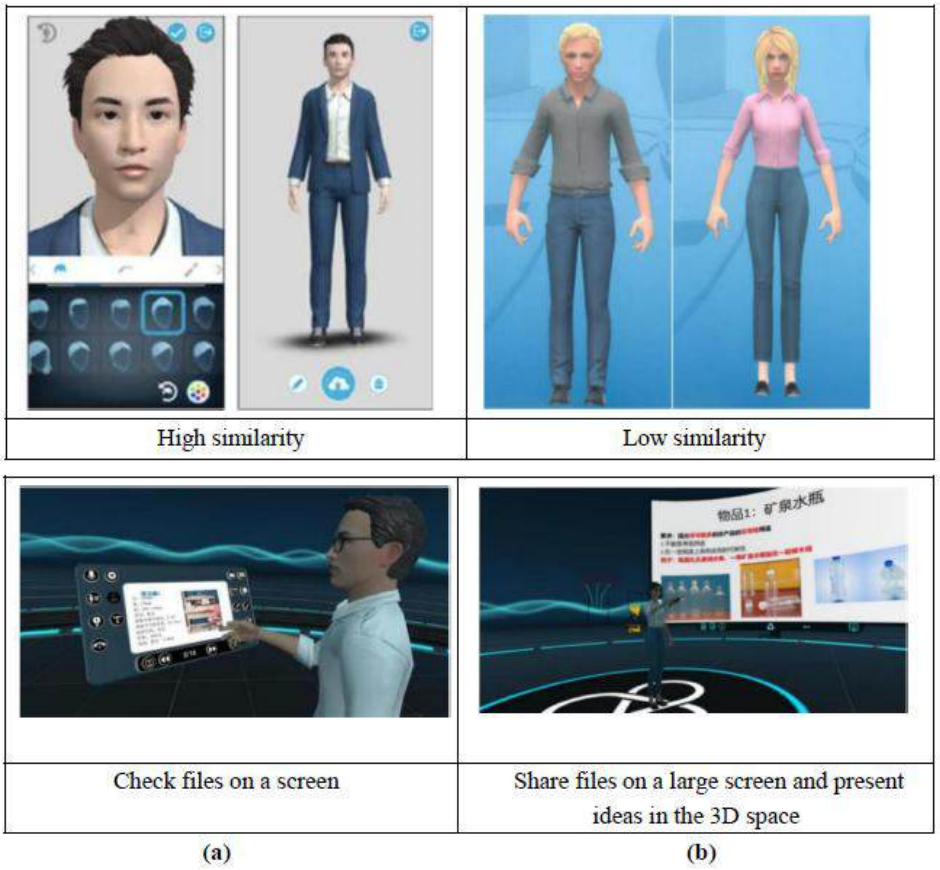


Figura 18. Manipolazione del livello di somiglianza: alto vs basso. Le due tipologie di compiti: procedurale (a) vs. creativo (b) (Zhu & Yi, 2024)

Il quadro teorico di riferimento si basa sulla teoria dell'autopercezione, secondo cui una maggiore corrispondenza tra il sé reale e il sé digitale favorisca una regolazione del comportamento più marcata (Bem, 1972), influenzando l'esperienza immersiva dell'utente nel Metaverso. In linea con questo modello teorico gli autori hanno postulato che un'elevata somiglianza tra l'avatar e l'utente sia positivamente correlata al livello di coinvolgimento

durante le attività virtuali (H1), in linea con quanto visto nel precedente esperimento di legame fra self-congruence e flow (J. Park & Kim, 2024).

La seconda ipotesi (H2a) sostiene che una maggiore somiglianza tra avatar e utente migliori le performance nei compiti procedurali. In attività che richiedono precisione e aderenza a regole strutturate, la maggiore regolazione del comportamento e la continuità tra identità reale e digitale, indotte dalla somiglianza, favorirebbero un approccio metodico, portando a un incremento della qualità dell'esecuzione[14].

La terza ipotesi (H2b) postula infine che un'elevata somiglianza avatar-utente possa avere, al contrario, un impatto negativo sulle prestazioni nei compiti creativi. La maggiore consapevolezza di sé e il rafforzamento degli schemi cognitivi abituali ostacolano la flessibilità mentale e il pensiero divergente, limitando la capacità di esplorare soluzioni innovative. Al contrario, un avatar che si discosti maggiormente dall'identità reale dovrebbe favorire una maggiore libertà espressiva, riducendo i vincoli cognitivi e facilitando la generazione di idee originali (Brüggen et al., 2018).

Dall'analisi delle covarianze (ANCOVA), in relazione all'ipotesi H1, emerge un effetto principale significativo della somiglianza avatar-utente sul livello di engagement percepito ($M_{\_alta\_somiglianza} = 5.95$, $M_{\_bassa\_somiglianza} = 5.35$; $F(1,115) = 11.97$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.14$), mentre l'interazione tra somiglianza avatar-utente e tipologia di compito risulta non significativa ($F(1,115) = 1.13$, $p > 0.05$, $\eta^2 = 0.02$). La somiglianza modula quindi il livello di engagement complessivo, a prescindere dal compito svolto, confermando i risultati del precedente studio (J. Park & Kim, 2024).

In relazione all'ipotesi H2a, i risultati indicano che gli utenti con avatar altamente somiglianti hanno ottenuto un numero significativamente superiore di risposte corrette nei compiti procedurali rispetto a coloro con avatar meno somiglianti ($M_{\_alta\_somiglianza} = 17.95$ vs. $M_{\_basssa\_somiglianza} = 15.45$; $F(1,59) = 13.39$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.27$). Tali risultati suggeriscono che una maggiore somiglianza avatar-utente faciliti un più efficace processo di autoregolazione, promuovendo un approccio sistematico e ripetuto alla risoluzione dei compiti procedurali che richiedono rigore e metodo, con conseguenti prestazioni migliorate.

[14] Questa interpretazione è coerente con la *Objective Self-Awareness Theory*, secondo cui l'aumento della focalizzazione dell'attenzione sul sé incrementa il monitoraggio del comportamento e l'aderenza a standard normativi e regole del compito, migliorando le performance in attività strutturate e procedurali (Wicklund, 1975)

Infine, per quanto concerne l'ipotesi H2b, i risultati evidenziano un quadro più articolato. L'analisi della performance nei compiti creativi, in cui è richiesto all'utente di andare oltre i propri schemi mentali abituali e trovare nuove soluzioni innovative, mostra invece come gli utenti con avatar altamente somiglianti hanno generato un numero significativamente inferiore di idee originali rispetto a coloro con avatar meno somiglianti ($M_{\_alta\_somiglianza}$ = 1.84 vs. $M_{\_bassa\_somiglianza}$ = 2.75; $F(1,55) = 4.54$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.11$).

I risultati suggeriscono che, sebbene un'elevata somiglianza avatar-utente possa favorire il coinvolgimento e incentivare un maggiore sforzo cognitivo nel compito (Kao & Harrell, 2015), tale effetto non si traduca necessariamente in un incremento della creatività, intesa come capacità di generare idee originali. Una possibile spiegazione risiede nel fatto che l'engagement determinato dalla somiglianza con l'avatar può incrementare la quantità e la varietà delle idee, ma non stimolare la produzione di contenuti altamente innovativi. L'originalità, infatti, risulta maggiormente influenzata dalla capacità di adottare prospettive non convenzionali e di superare schemi cognitivi preesistenti, aspetti che potrebbero essere limitati da un'eccessiva identificazione con l'avatar (Guegan et al., 2016). Infine, le analisi di mediazione, condotte attraverso metodo bootstrap, hanno confermato che il coinvolgimento ha mediato l'effetto della somiglianza avatar-utente sulle performance nei compiti procedurali ($\beta = 0.649$, 95% CI = [0.429, 1.407]), mentre tale effetto non è stato rilevato nei compiti creativi ($\beta = 0.074$, 95% CI = [-0.262, 0.538]).

I risultati discussi evidenziano il ruolo ambivalente della personalizzazione degli avatar nel Metaverso: in contesti che richiedono concentrazione e regolazione comportamentale, come videoconferenze o attività didattiche, l'uso di un avatar altamente somigliante, e plasmato per rispecchiare l'utente, favorisce il coinvolgimento e l'aderenza agli obiettivi del compito. Tuttavia, nei contesti creativi, una somiglianza eccessiva può ostacolare il pensiero divergente, riducendo la capacità di esplorare nuove idee: aspetti che necessitano attenzione per gli attuali e futuri sviluppi di questi ambienti immersivi, a seconda del contesto applicativo e delle finalità per cui sono utilizzati.

Alla luce dei risultati discussi, la personalizzazione dell'avatar non deve tuttavia essere interpretata come una leva lineare, in cui un aumento della somiglianza con l'utente produce automaticamente un incremento dell'identificazione, del coinvolgimento e dell'efficacia esperienziale (maggiore aderenza agli obiettivi del compito). La letteratura sul cosiddetto *uncanny valley* (Mori et al., 2012) evidenzia infatti l'esistenza di un limite percettivo alla somiglianza antropomorfa: oltre una certa soglia, un avatar eccessivamente

realistico può generare infatti sensazioni di estraneità e disagio, interrompendo il processo di identificazione. In questa prospettiva, l'uncanny valley non va intesa come un rifiuto del realismo in sé, ma come espressione di un trade-off tra livello di realismo e coerenza incarnata dell'esperienza. L'idea di un Metaverso fondato su un progressivo avvicinamento a un *digital double* del mondo fisico risulta, in questo senso, teoricamente problematica: spingere l'avatar verso un realismo eccessivo, senza una corrispondente coerenza percettiva, motoria e comportamentale, può produrre effetti di straniamento anziché rafforzare l'identificazione. Tale limite risulta particolarmente rilevante nei contesti immersivi, in cui l'avatar non è soltanto osservato, ma abitato e utilizzato come corpo per l'azione, rendendo cruciale l'equilibrio tra somiglianza, aspettative percettive e continuità dell'esperienza.

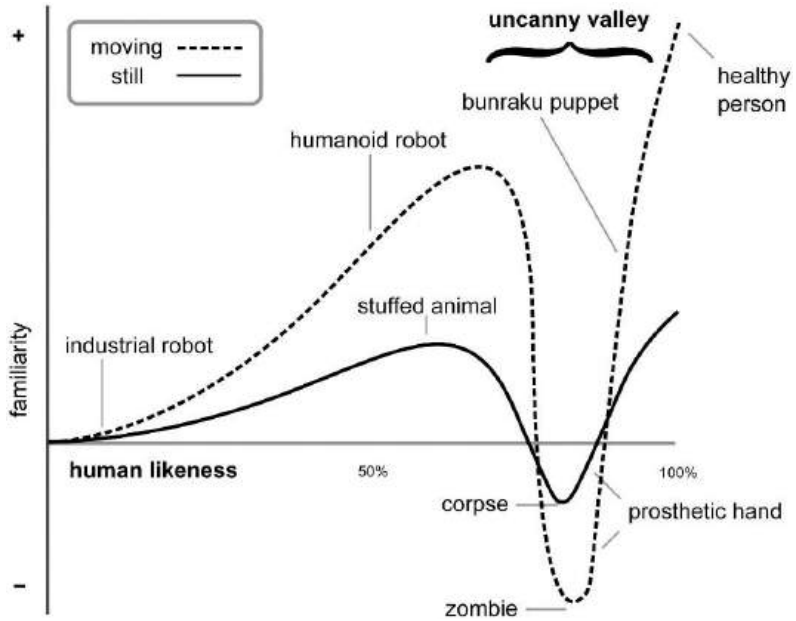


Figura 19. La curva dell'uncanny valley mostra la relazione non lineare tra livello di somiglianza antropomorfa e familiarità percepita, evidenziando una soglia critica oltre la quale l'aumento del realismo può generare straniamento anziché identificazione (Mori et al., 2012), fatta eccezione per quando l'avatar rappresenta una copia pressoché totalmente fedele rispetto all'utente reale.

Finora il processo di customizzazione dell'avatar si è concentrato sul singolo utente e sul suo comportamento individuale (Proteus Effect e Self Congruence), ma per comprendere appieno l'impatto dell'avatar nell'esperienza virtuale è necessario considerare anche la dimensione sociale e le dinamiche collettive che emergono in questi contesti (aspetti nevralgici come visto in precedenza). Un concetto fondamentale in questo ambito è quello di *entitativity*, introdotto da (Campbell, 1958), per descrivere il grado con cui un insieme di individui viene percepito come un gruppo coeso e unitario. Molteplici fattori contribuiscono a rafforzare questa percezione, tra cui la similarità tra i membri,

l'interdipendenza nelle azioni e la condivisione di un destino comune (Lickel et al., 2000). Negli ambienti virtuali, dove i segnali fisici e non verbali tipici delle interazioni faccia a faccia devono essere ripensati, gli avatar assumono un ruolo centrale nella costruzione della percezione di gruppo, proprio in virtù della loro funzione di medium, di mediazione fra noi e l'ambiente digitale in cui si agisce. L'entitativity, in questo contesto, non solo condiziona il modo in cui gli utenti percepiscono la coesione sociale, ma influenza anche la qualità delle interazioni e l'efficacia della collaborazione negli ambienti immersivi (Grabowski et al., 2024). Il modo in cui gli avatar vengono progettati e personalizzati può quindi incidere significativamente sulla costruzione di un'identità collettiva (oltre che individuale), e sulla capacità di generare un senso di appartenenza (di gruppo) all'interno dell'esperienza virtuale (J. Han et al., 2021). Per analizzare come la manipolazione degli avatar incida sulla percezione di *entitativity* - e su altre dimensioni dell'esperienza virtuale - (E. Han et al., 2023) hanno coinvolto 81 partecipanti, distribuiti in otto gruppi di discussione settimanali. Gli incontri, della durata di circa 90 minuti ciascuno, si sono svolti per otto settimane in ambienti virtuali accessibili tramite visori. I partecipanti sono stati assegnati in modo casuale a due condizioni sperimentali distinte: nel primo caso gli avatar erano personalizzati, consentendo ai partecipanti di scegliere liberamente caratteristiche visive rappresentative della propria identità, incluse fisionomia, abbigliamento e dettagli estetici. Nel secondo caso, gli avatar erano invece uniformi e caratterizzati da un design predefinito, privo di connotazioni di genere ed etnia, garantendo una maggiore omogeneità visiva all'interno dei gruppi.

Le attività sperimentali prevedevano il coinvolgimento in task progettati per favorire l'interazione tra i partecipanti, con esercizi di brainstorming, discussioni guidate e task di gruppo durante i quali i partecipanti erano chiamati a risolvere problemi collettivi, elaborare strategie condivise e cooperare per il raggiungimento di obiettivi comuni.



Figura 20: avatar standardizzato a Sx, rispetto ad avatar personalizzati (centro e a Dx). (E. Han et al., 2023)

Per valutare l'entitativity e le altre dimensioni esperienziali, le misurazioni sono state effettuate in tre fasi: pre-test iniziale, rilevazioni settimanali durante le sessioni, e post-test finale dopo otto settimane, tramite questionari autosomministrati.



Figura 21: Gruppo di partecipanti con visore, durante una delle sessioni di VR (E. Han et al., 2023)

Gli autori ipotizzano che un maggiore controllo sulla personalizzazione dell'avatar possa favorire un allineamento comportamentale più spontaneo tra i partecipanti (movimenti del capo), migliorando la fluidità delle interazioni. Inoltre, si prevede che la possibilità di scegliere un avatar personalizzato rafforzi la percezione dell'entitativity, in quanto l'identificazione con la propria rappresentazione digitale potrebbe incentivare un senso di appartenenza e coesione di gruppo: una costruzione di identità personale e poi sociale (Grabowski et al., 2024).

Per verificare l'effetto della personalizzazione sulla *sincronia non verbale*, è stato utilizzato un modello di crescita lineare misto, che permette di analizzare come la sincronia nei movimenti della testa degli avatar vari nel tempo e tra le diverse condizioni sperimentali. Questo tipo di modello consente di stimare sia l'andamento complessivo della sincronia nel corso delle otto settimane, sia l'effetto specifico della personalizzazione degli avatar su tale variabile.

I risultati indicano che la sincronia iniziale tra i partecipanti era pari a $\gamma_{00} = 0.0381$, rappresentando il valore medio di sincronizzazione osservato all'inizio dell'esperimento. Tuttavia, nel corso delle settimane, la sincronia tendeva a diminuire progressivamente, con un tasso di declino settimanale pari a $\gamma_{10} = -0.0034$, $p < 0.001$. Questo coefficiente indica che, ogni settimana, la sincronizzazione tra i partecipanti si riduceva in modo significativo,

suggerendo un calo spontaneo della coordinazione non verbale man mano che l'esperimento procedeva.

L'analisi ha inoltre evidenziato un effetto significativo della personalizzazione dell'avatar sulla sincronia (Takano, 2023). Il coefficiente γ_{20} = -0.0122, $p < 0.001$ mostra che i partecipanti assegnati alla condizione con avatar uniformi presentavano livelli di sincronia inferiori rispetto a quelli con avatar personalizzati. Questo risultato suggerisce che la possibilità di personalizzare il proprio avatar, in modo che rappresenti in modo più fedele il soggetto e la sua persona, favorisca una maggiore padronanza nella gestione stessa dell'esperienza e quindi un maggiore coordinamento con i movimenti degli altri partecipanti nello svolgimento di compiti collaborativi.

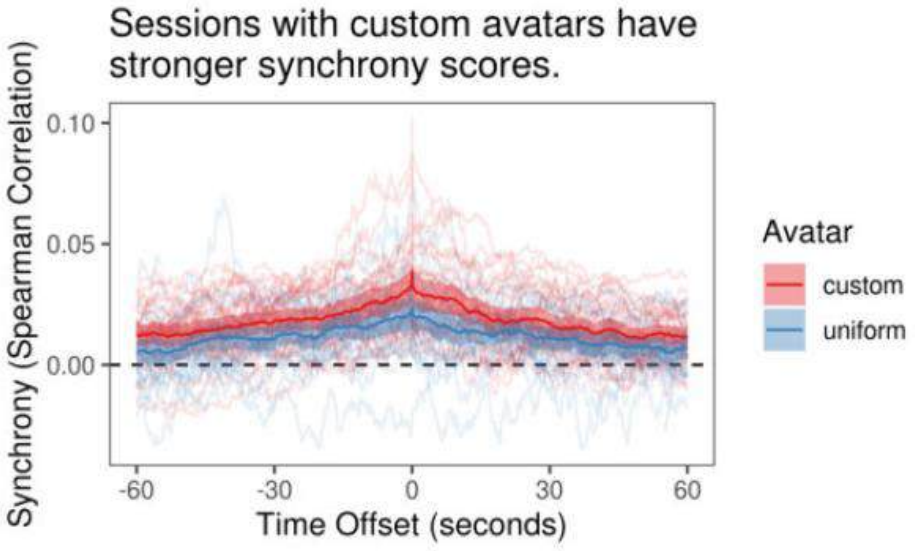


Figura 22.1: Effetto della personalizzazione degli avatar sulla sincronia nei movimenti. I partecipanti con avatar personalizzati (linea rossa) mostrano una sincronia significativamente più alta rispetto a quelli con avatar uniformi (linea blu), con un calo progressivo all'aumentare dello sfasamento temporale nei segnali di movimento (E. Han et al., 2023).

Per esplorare il ruolo della personalizzazione sulla percezione dell'entitativity, e quindi sul sentirsi parte di una identità collettiva, è stata utilizzata una scala Likert a sette punti, misurando aspetti legati alla coesione, all'interdipendenza e all'unità del gruppo. I risultati indicano che l'*entitativity* (Campbell, 1958) aumenta progressivamente nel tempo ($\gamma 10$ = 0.059, p = 0.002), ma la manipolazione degli avatar non ha un effetto significativo su questo incremento ($\gamma 20 = -0.022$, p = 0.62). Ciò suggerisce che la percezione della coesione di gruppo si sviluppa prevalentemente attraverso l'esperienza condivisa negli ambienti immersivi, piuttosto che attraverso la sola uniformità estetica degli avatar. Tuttavia, le relazioni preesistenti tra i membri del gruppo influenzano significativamente i livelli iniziali

di entitativity ($\gamma 03 = 0.22$, $p = 0.04$), evidenziando come il senso di coesione possa essere modellato anche da dinamiche sociali precedenti all'interazione in VR.

Per esaminare infine l'effetto della personalizzazione sul piacere dell'esperienza, è stata condotta un'analisi sulle valutazioni soggettive dei partecipanti. I risultati mostrano che il piacere dell'esperienza è maggiore nei gruppi con avatar uniformi ($\gamma 20 = 0.16$, $p = 0.011$), suggerendo che un design più neutro e standardizzato possa contribuire a un'interazione più fluida e meno distraente. Infine, il realismo percepito, che tende ad aumentare nel tempo ($\gamma 10 = 0.88$, $p = 0.057$), risulta inferiore per gli avatar personalizzati rispetto a quelli uniformi ($\gamma 20 = -2.028$, $p = 0.035$), indicando che una maggiore personalizzazione visiva potrebbe non essere necessariamente associata a una maggiore percezione di realismo.

Alla luce delle evidenze discusse, la personalizzazione dell'avatar emerge come una leva centrale non solo per la costruzione dell'identità digitale individuale, ma per la configurazione stessa dell'esperienza immersiva. Intervenire sull'avatar significa infatti agire sul corpo attraverso cui il soggetto percepisce, si orienta e agisce nello spazio virtuale, incidendo sul coinvolgimento, sull'autoregolazione del comportamento e sulla coerenza percepita tra sé reale e sé digitale.

Tali dinamiche non si esauriscono tuttavia nella dimensione individuale. Poiché l'esperienza nel Metaverso si svolge sempre in ambienti abitati da altri utenti, la personalizzazione dell'avatar acquista pieno significato solo all'interno di un'esperienza intrinsecamente sociale e condivisa (Mystakidis, 2022). Il Metaverso non può quindi essere inteso come una semplice estensione della realtà virtuale stand-alone, ma come uno spazio relazionale in cui l'azione del soggetto è costantemente situata rispetto alla presenza altrui. In questo quadro i concetti di presence e co-presence diventano pertanto centrali per comprendere come l'avatar, da dispositivo di incarnazione individuale, si trasformi in mediatore dell'esperienza sociale. È su queste condizioni psico-sociali dell'esperienza immersiva che si concentra la sezione successiva.

1.4.2 Dinamiche psico-sociali: presence ed embodied co-presence

Per comprendere la presence e la co-presence è necessario inserirle nel più ampio quadro delle prospettive della costruzione sociale della realtà e dell'interazionismo simbolico (Blumer, 1937), secondo cui la realtà sociale non è percepita in modo oggettivo e statico, ma si configura come il risultato di processi interattivi e relazionali[15] (Mead, 1934; Berger

[15] L'interazionismo simbolico e il costruzionismo sociale concepiscono la realtà come il prodotto di processi interattivi. Mead (1934) mostra come il Sé emerga dall'interazione sociale attraverso il linguaggio e

& Luckmann, 1966). In questa prospettiva, presence e co-presence non saranno così considerate come semplici proprietà tecniche degli ambienti digitali, ma come esiti percettivi e relazionali che emergono dall'interazione tra il soggetto e i mondi immersivi e sociali del Metaverso.

In primo luogo, in linea con le prospettive della costruzione sociale della realtà e dell'interazionismo simbolico, la comprensione del mondo sociale - e del sé - si sviluppa all'interno di contesti relazionali, attraverso schemi interpretativi condivisi che emergono dal dialogo, dalle interazioni e dalle esperienze comuni (Blumer, 1980). In questa prospettiva, la percezione della realtà non è il risultato di un processo puramente individuale e oggettivo, ma di un processo interpretativo intersoggettivo, continuamente modellato non solo dalle esperienze dirette dei singoli, ma anche dal modo in cui gli altri definiscono la situazione e vi reagiscono.

Coerentemente con tale impostazione, il significato degli eventi e delle relazioni non è intrinseco ai comportamenti o alle azioni in sé, ma si costituisce attraverso un processo di costruzione sociale (Pasupathi, 2001) nel corso del quale gli individui negoziano costantemente la propria posizione, il proprio ruolo e l'interpretazione della situazione all'interno dell'interazione sociale, in linea con l'approccio drammaturgico proposto da Goffman (Goffman, 1959). Un esempio intuitivo di questa dinamica può essere osservato in una semplice interazione faccia a faccia: una persona entra in una stanza e rimane in silenzio. Tale comportamento, considerato isolatamente, non possiede un significato univoco o intrinseco, ma può essere interpretato come timidezza, disinteresse o tensione in funzione del contesto relazionale e delle reazioni degli altri presenti. Il significato della situazione non è dunque contenuto nel gesto in quanto tale, ma emerge dall'interpretazione reciproca e dal processo interattivo attraverso cui i soggetti coinvolti definiscono e ridefiniscono la situazione.

In questo quadro, il *perspective taking* (Selman, 1975) rappresenta un meccanismo cognitivo fondamentale attraverso cui l'individuo è in grado di assumere il punto di vista dell'altro, riconoscendolo come soggetto intenzionale e anticipandone pensieri, emozioni e azioni. È proprio questa capacità che consente di trasformare l'altro da semplice elemento dell'ambiente a interlocutore sociale, rendendo possibile il coordinamento delle azioni e la

l'assunzione della prospettiva dell'altro, mentre (Berger & Luckmann, 1966) descrivono la realtà sociale come il risultato di un processo di esternalizzazione, oggettivazione e interiorizzazione che rende le istituzioni e i significati condivisi esperienze vissute come "reali".

costruzione di significati condivisi (Galinsky et al., 2005). Questo meccanismo è alla base della comunicazione, della collaborazione e della costruzione di relazioni interpersonali, poiché consente di adattare il proprio comportamento in funzione delle reazioni altrui.
Un esempio chiaro di perspective taking si osserva in una situazione di interazione quotidiana, come una discussione di gruppo. Se una persona nota che un interlocutore evita il contatto visivo e risponde in modo esitante, può interpretare questo comportamento non solo come un dato osservabile, ma come espressione di imbarazzo, incertezza o disagio. Assumendo il punto di vista dell'altro[16], l'individuo anticipa come le proprie azioni potrebbero essere percepite e modifica di conseguenza il proprio comportamento, ad esempio abbassando il tono della voce, rallentando il ritmo della conversazione o offrendo un supporto esplicito. In questo passaggio, l'altro non è più un semplice elemento della situazione, ma viene riconosciuto come soggetto dotato di intenzioni, stati emotivi e aspettative, rendendo possibile un coordinamento dell'azione e una regolazione reciproca dell'interazione.

Se il significato dell'esperienza si costruisce socialmente e richiede la capacità di assumere il punto di vista dell'altro, una condizione preliminare e fondativa di tali processi è che l'altro venga percepito come individuo, ovvero come soggetto intenzionale e rilevante all'interno dell'interazione (Catmur, 2015). In un contesto fisico, questa percezione è garantita dalla co-presenza corporea nello stesso spazio; nei contesti di comunicazione mediata, invece, la presenza dell'altro non è più data dalla condivisione fisica dello spazio, ma dalla capacità del *medium* di renderlo psicologicamente presente. A questo livello si colloca il concetto di *social presence*, introdotto da (Short et al., 1976), secondo cui la qualità di un'interazione mediata dipende dal grado in cui il medium consente di percepire gli altri come interlocutori autentici, reattivi e socialmente salienti. La social presence non riguarda dunque esclusivamente la trasmissione di informazioni, ma il modo in cui il medium sostiene la percezione dell'altro come presenza sociale significativa, ossia come soggetto dotato di intenzionalità, volontà e capacità di azione.
La social presence non è quindi una proprietà intrinseca del medium, ma una percezione psicologica che può essere facilitata dalla capacità dell'ambiente mediale di veicolare

[16] Il perspective taking è strettamente connesso alla Theory of Mind, intesa come la capacità di attribuire agli altri stati mentali, intenzioni ed emozioni distinti dai propri (Premack & Woodruff, 1978). Tuttavia, mentre la Theory of Mind descrive una competenza cognitiva generale (Baron-Cohen et al., 1985; Baron-Cohen, 1997), il perspective taking ne rappresenta l'attivazione situata nell'interazione sociale, permettendo l'anticipazione delle reazioni altrui e la regolazione reciproca del comportamento.

segnali sociali rilevanti, quali espressioni facciali, gestualità e intonazione della voce (Kreijns et al., 2022). Un esempio emblematico è rappresentato dalle videochiamate (web 2.0), divenute sempre più pervasive durante e dopo il periodo pandemico: piattaforme come Zoom o Microsoft Teams hanno reso la comunicazione lavorativa quotidiana un'esperienza mediata in cui gli interlocutori si trovano visivamente "di fronte" gli uni agli altri, favorendo il riconoscimento reciproco e la percezione dell'altro come presenza sociale, pur in assenza di una condivisione dello stesso spazio fisico (Yi & Moon, 2021). Essa non rappresenta pertanto una dimensione statica, ma un fattore che varia in funzione delle caratteristiche del medium e delle modalità di interazione che esso consente.
Sebbene il modello continuo di *social presence* consenta di spiegare in modo efficace il livello di qualità relazionale delle interazioni mediate tipiche del Web 2.0 (rispetto alla interazione face-to-face), esso risulta parziale nel momento in cui l'esperienza digitale non si limita più allo scambio comunicativo mediato da dispositivi (in cui è sempre possibile l'off-image (Casetti & Pinotti, 2020)), ma si struttura come partecipazione a un ambiente tridimensionale condiviso. Nei contesti immersivi del Metaverso, infatti, l'interazione con l'altro non avviene più soltanto attraverso flussi audiovisivi, ma si radica in uno spazio immersivo abitabile e in cui agire (Casetti & Pinotti, 2020): uno spazio in grado di generare un senso di presenza e co-presenza fra utenti (Dumeva et al., 2024).

Per meglio comprendere il senso di presenza che si analizzerà in seguito, risulta necessaria una distinzione concettuale preliminare tra ciò che concerne le caratteristiche tecniche del sistema (Immersion) e ciò che riguarda invece l'esperienza percettiva dell'utente (Presence) in questi mondi 3D immersivi. In questa direzione, Slater (Slater & Wilbur, 1997; Slater et al., 2009) propone una separazione netta tra *immersion* e *presence* attraverso un'analogia con la scienza dei colori. Così come un colore può essere descritto oggettivamente in termini di distribuzione delle lunghezze d'onda, la percezione di esso costituisce un livello differente, non riducibile alla sola descrizione fisica dello stimolo, e che può variare in funzione del soggetto e di condizioni ambientali contingenti:

> *"This distinction is similar to that in colour science. A colour can be described objectively in terms of a wavelength distribution. However, the perception and emotional response to a colour is an entirely different matter [..]. So, immersion is analogous to 'wavelength distribution' - in principle it can be objectively assessed (though we may not always know how to do this). Following through the analogy with metamers, different immersion systems may have indistinguishable perceptual*

> *impacts on people in terms of presence. If immersion is analogous to wavelength distribution in the description of colour then 'presence' is analogous to the perception of colour. Presence is a human reaction to immersion"* (Slater et al., 2009, pp. 195-196)

L'*immersion* rappresenta quindi la struttura fisica e tecnica, valutabile in termini oggettivi, mentre la *presence* corrisponde alla risposta percettiva dell'osservatore, modulata dalle caratteristiche tecniche dell'immersion. Così come distribuzioni fisicamente diverse possono generare la stessa esperienza cromatica, allo stesso modo sistemi immersivi differenti (si riveda in questo caso le differenti tecnologie abilitanti del Metaverso (Yu, 2022) e (I. Lee et al., 2022) e (MiTra, 2023)) possono produrre effetti percettivi simili in termini di presence (in funzione di differenti parametri). Ne deriva che immersion e presence non coincidono, pur restando empiricamente correlate.

Vengono così a definirsi quattro proprietà che descrivono la capacità del sistema immersivo di veicolare informazioni sensoriali (Slater & Wilbur, 1997) e quindi generare immersione:

- La dimensione *inclusive* indica il grado in cui la realtà fisica viene esclusa dal campo percettivo, riducendo la presenza di stimoli esterni o segnali della mediazione tecnologica.
- La dimensione *extensive* riguarda invece la gamma di modalità sensoriali coinvolte, includendo non solo la vista, ma anche l'udito e, potenzialmente, il tatto e la propriocezione.
- La dimensione *surrounding* descrive l'ampiezza del campo percettivo e la capacità del sistema di circondare l'utente, superando la logica dello schermo come finestra su un altro mondo (si riveda il concetto di unframedness di (Casetti & Pinotti, 2020).
- Infine, la dimensione *vivid* concerne la risoluzione, la fedeltà e la ricchezza informativa degli stimoli simulati all'interno di ciascuna modalità sensoriale, includendo aspetti quali la qualità del rendering, la profondità cromatica e la coerenza visiva dell'ambiente (Steuer, 1992).

A queste caratteristiche si affianca un ulteriore elemento cruciale dell'immersion, rappresentato dal *matching sensomotorio*, ovvero dalla coerenza tra i movimenti corporei dell'utente e il feedback sensoriale prodotto dal sistema. Ciò implica, ad esempio, che una rotazione della testa produca un cambiamento immediato e coerente della visuale e della direzione del suono. A un livello basilare, il matching richiede una latenza minima tra azione motoria e risposta del sistema (Rahimian et al., 2021); a livelli più avanzati, esso

influenza le modalità stesse di interazione, favorendo forme di *body-centred interaction* in cui le azioni virtuali vengono eseguite attraverso movimenti corporei naturali, come nel caso della locomozione ottenuta camminando realmente (Slater & Wilbur, 1997).
Un ulteriore presupposto dell'immersion è la presenza di una rappresentazione del sé nello spazio virtuale, definita come *Virtual Body (VB)*, sottolineando come il corpo virtuale non sia soltanto un oggetto dell'ambiente, ma il punto di riferimento percettivo attraverso cui lo spazio viene organizzato (un medium come visto fra sé e il mondo virtuale (Grau, 2004)).
Infine, l'immersion comprende anche aspetti legati alla struttura dinamica del mondo virtuale, sintetizzati nel concetto di *plot*. Con questo termine, gli autori (Slater & Wilbur, 1997) indicano la misura in cui l'ambiente virtuale presenta una sequenza di eventi autosufficiente e distinta dal mondo reale, includendo sia il grado di autonomia degli oggetti e degli agenti virtuali, sia la possibilità per l'utente di intervenire attivamente sull'evoluzione degli eventi. In questo senso, l'*immersion* non riguarda la credibilità narrativa in senso stretto, ma la capacità del sistema di configurarsi come un mondo agibile, dotato di una propria coerenza interna e di una reattività alle azioni dell'utente: un insieme di condizioni tecnologiche che strutturano l'esperienza ma che non coincide con la percezione soggettiva dell'utente, che si andrà ora ad analizzare.

Come visto, la rappresentazione del sé nello spazio virtuale, definita come *Virtual Body*, costituisce una delle condizioni tecnologiche fondamentali dell'immersione. Tuttavia, affinché tale corpo digitale (avatar) cessi di essere un mero oggetto grafico all'interno dell'ambiente, e venga integrato nell'esperienza soggettiva dell'utente, è necessario che si attivi un processo psicologico più complesso, definito in letteratura come *Sense of Embodiment* (SoE) (Kilteni et al., 2012). In linea con la distinzione proposta da Slater tra le proprietà tecniche del sistema e la risposta percettiva dell'utente, il Sense of Embodiment può essere inteso come l'esito fenomenologico attraverso cui le caratteristiche di un corpo artificiale vengono elaborate dal soggetto come se fossero le caratteristiche del proprio corpo biologico:

> "*SoE toward a body B is the sense that emerges when B's properties are processed as if they were the properties of one's own biological body*" (Kilteni et al., 2012, p. 375).

L'embodiment non rappresenta tuttavia una sensazione unitaria o indistinta, ma una configurazione multidimensionale dell'esperienza corporea: costituita dal *sense of self-location,* il *sense of agency,* e il *sense of body ownership* (Kilteni et al., 2012).

- La prima dimensione è il *sense of self-location*, ovvero l'esperienza di sentirsi localizzati spazialmente all'interno di un corpo. Tale dimensione non riguarda la percezione di trovarsi in un ambiente o in un luogo - che attiene invece alla presence e, più specificamente, alla Place Illusion (Slater, 2009) - ma il rapporto tra il sé e il corpo che lo contiene[17]. Nei contesti immersivi, questa sensazione è fortemente determinata dalla prospettiva visiva egocentrica, nella misura in cui l'utente percepisce il proprio punto di vista come collocato all'interno del corpo dell'avatar, indipendentemente dal grado di realismo o di qualità visiva dell'ambiente circostante (Maselli & Slater, 2014; Nakul et al., 2020).
- La seconda componente è il *sense of agency*, definito come il senso di essere l'agente delle azioni compiute dal corpo, ovvero di esercitare un controllo motorio globale sul proprio agire: *"the sense of having global motor control, including the subjective experience of action, control, intention, motor selection and the conscious experience of will"* (Blanke & Metzinger, 2009, p. 7).

  In ambito neurocognitivo, il sense of agency emerge da un processo di confronto continuo tra le conseguenze sensoriali previste dell'azione e i feedback sensoriali effettivamente percepiti. Quando le conseguenze attese e quelle reali coincidono, in particolare in presenza di correlazioni visuomotorie sincrone durante il movimento attivo, l'individuo si riconosce come autore dell'azione e attribuisce a sé stesso il controllo del corpo che agisce (Haggard, 2017). Nei contesti di realtà virtuale, questo principio si applica pienamente al corpo virtuale: il *sense of agency* si rafforza quando i movimenti dell'avatar rispondono in modo coerente, prevedibile e temporalmente allineato alle intenzioni motorie dell'utente (Cesari et al., 2024; McGivney, 2025). Il sense of agency rappresenta dunque una dimensione cruciale del *SoE*, poiché trasforma il corpo virtuale in strumento operativo: non solo un corpo in cui l'utente si sente situato (dentro) ma attraverso cui può agire intenzionalmente (e senza ritardi) nel mondo virtuale. Solo quando l'utente si percepisce come autore delle azioni del proprio avatar, l'interazione con l'ambiente e con gli altri può assumere la forma di un'azione situata, orientata e socialmente significativa.

[17] "*The sense of self-location refers to one's spatial experience of being inside a body and it does not refer to the spatial experience of being inside a world*" (Kilteni et al., 2012, p. 375)

- La terza e ultima componente è il *sense of body ownership*, ovvero la sensazione che il corpo virtuale sia "il proprio corpo": un carattere propriamente possessivo, implicando che il corpo esperito venga riconosciuto come la fonte delle proprie sensazioni. Il *sense of body ownership* emerge dall'interazione tra processi bottom-up e top-down. Da un lato, esso è sostenuto dall'integrazione coerente di informazioni multisensoriali afferenti - in particolare visive, tattili e propriocettive (Crucianelli et al., 2024) - che forniscono evidenze sensoriali congruenti circa il corpo. Dall'altro lato, fattori di ordine cognitivo contribuiscono a modulare tale esperienza, tra cui la presenza di una sufficiente somiglianza morfologica e di una configurazione spaziale plausibile tra il corpo virtuale e il corpo biologico (Tsakiris, 2010, 2011). In questo senso, il body ownership non dipende esclusivamente dalla qualità degli stimoli sensoriali, ma dal loro allineamento con le aspettative corporee del soggetto, rendendo possibile l'attribuzione del corpo virtuale a sé stessi come parte del proprio schema corporeo (De Vignemont, 2010). Tali meccanismi, inizialmente osservati per parti del corpo artificiali, sono stati successivamente estesi anche a corpi virtuali completi, come avatar o manichini, confermando la possibilità di esperire ownership nei confronti di un corpo digitale nel suo insieme (Kilteni et al., 2012).

A partire da queste premesse si articolano due componenti fenomenologiche distinte ma complementari, denominate *Place Illusion (PI) e Plausibility Illusion (Psi)* (Slater, 2009[18]). L'obiettivo di tale distinzione è chiarire perché gli individui tendano a rispondere in modo realistico a situazioni ed eventi rappresentati in ambienti immersivi (Hofer et al., 2020; Bahavan et al., 2023).

La *Place Illusion (PI)* si riferisce all'illusione percettiva di trovarsi fisicamente collocati all'interno di un ambiente, ossia alla sensazione di "being there". Questa illusione non dipende dal contenuto narrativo o simbolico dell'esperienza, ma dalla possibilità per l'utente di percepire l'ambiente attraverso contingenze sensomotorie simili a quelle della realtà fisica, ossia dalle regolarità percettive che legano i movimenti del corpo ai cambiamenti sensoriali attesi, come la variazione del campo visivo in risposta ai movimenti della testa (Buhrmann et al., 2013). In tal senso, la *PI* emerge quando il sistema immersivo consente all'individuo di esplorare lo spazio utilizzando azioni corporee apprese nella vita

[18] Art. *"Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments"*

quotidiana (si riveda in tal senso i primi visori di Lanier), come muovere la testa per modificare il punto di vista:

> *"Place illusion (PI) is the strong illusion of being in a place in spite of the sure knowledge that you are not there"* (Slater, 2009, p. 3551)

Le caratteristiche grafiche del sistema non contribuiscono direttamente alla Place Illusion, poiché quest'ultima non dipende dal realismo visivo dell'ambiente in sé. Esse diventano rilevanti solo nella misura in cui consentono - o ostacolano - un accoppiamento naturale tra le azioni corporee dell'utente e le conseguenze percettive prodotte dal sistema, ovvero il corretto funzionamento delle contingenze sensomotorie[19].

Quando limiti grafici quali un campo visivo ristretto, una bassa risoluzione o incoerenze temporali modificano il modo in cui il corpo deve muoversi per percepire lo spazio, costringendo l'utente ad adottare schemi percettivo-motori diversi da quelli abituali, aumenta la probabilità che l'illusione di essere collocati in quel luogo venga interrotta.

Accanto alla dimensione spaziale della Place Illusion, si introduce la *Plausibility Illusion* (Psi), che non riguarda il *dove* dell'esperienza, ma il *che cosa* dell'esperienza stessa (Slater, 2009). La *Psi* si riferisce all'illusione che gli eventi rappresentati nell'ambiente virtuale stiano realmente accadendo e che stiano accadendo *al soggetto*, nonostante la consapevolezza cognitiva del carattere artificiale della situazione. In altri termini, mentre la *Place Illusion* concerne la sensazione di trovarsi in un luogo, la *Plausibility Illusion* concerne lo statuto di realtà degli eventi che vi si svolgono (che siano percepiti come plausibili, reali):

> *"Psi is the illusion that what is apparently happening is really happening (even though you know for sure that it is not). Based on evidence over many experiments, it appears that a key component of Psi is that events in the virtual environment over which you have no direct control refer directly to you"* (Slater, 2009, p. 3553)

Nel concreto, la Plausibility Illusion riguarda la credibilità fenomenologica degli eventi. Per chiarire la distinzione tra le due illusioni, l'autore propone l'esempio di un incontro con un avatar femminile in uno spazio virtuale[20]:

---

[19] "I*magine a participant viewing a virtual environment through a head-tracked HMD, but with a very narrow field of view (say 10° horizontally instead of the more than 180° of natural vision). Now since the HMD has head tracking, the participant can look around the scene and visually perceive by the full range of head movements possible with natural vision. But since the visual capture is significantly less than that in normal vision the participant would have to learn how to perceive in a different way, with greater head movements and patterns of head movements to obtain the same information compared to normal"* (Slater, 2009, p. 3551)

[20] "*Consider in a virtual reality that there is the appearance of a woman standing in front of you. Perceptually there is something there, in the same space as you; for example, as you shift your head from side to side, her image in your visual field moves as it would in reality, and you see things behind her that she had been*

- Si genera una *Place Illusion (PI)* quando l'utente, spostando la testa lateralmente, osserva l'avatar muoversi coerentemente all'interno del proprio campo visivo. In questo caso, il sistema garantisce un accoppiamento corretto tra i movimenti corporei del soggetto e le trasformazioni prospettiche della scena (sensorimotor contingencies (Meyer et al., 2019)), producendo la sensazione di trovarsi nello stesso spazio tridimensionale della figura virtuale.
- Si genera una *Plausibility Illusion (Psi)* nel momento in cui l'avatar guarda l'utente negli occhi, gli sorride o gli rivolge una domanda. In questa situazione, si verifica un evento che il soggetto non ha causato direttamente, ma che risulta chiaramente contingente alla sua presenza. Analogamente, se l'utente si avvicina e l'avatar arretra, l'ambiente virtuale produce un evento non sotto il controllo diretto del soggetto, ma correlato alla sua azione.

In queste condizioni, il mondo virtuale percepito sembra "rivolgersi" al soggetto, rafforzando la valutazione implicita di realtà degli eventi. L'utente reagirà in modo automatico - ad esempio ricambiando il sorriso o rispondendo verbalmente - nonostante la consapevolezza cognitiva dell'artificialità della situazione. È questa risposta automatica a eventi esterni non controllati che costituisce, nel modello di Slater, il nucleo della Plausibility Illusion.

> *"An important component leading to Psi is for the virtual reality to provide correlations between external events not directly caused by the participant and his/her own sensations (both exteroceptive and interoceptive)"* (Slater, 2009, p. 3553).

Quando un evento virtuale non controllato produce risposte automatiche tipiche delle situazioni reali, l'utente valuta l'evento come plausibile, ossia come realmente in atto.

Alla luce delle distinzioni introdotte finora tra le proprietà tecniche dei sistemi immersivi (immersion), i processi di integrazione corpo-azione (Sense of Embodiment e agency (Kilteni et al., 2012)) e i meccanismi fenomenologici che spiegano la risposta realistica agli

---

obscuring. This is PI. Now she smiles at you and asks you a question, and you automatically find yourself smiling back and responding to her question, even though you know that no one is there. This scenario has been used in a study of how shy males respond to a forward (virtual) woman—a preliminary report is available in Pan & Slater (2007). She, the virtual woman, has looked you in the eye, and spoken to you. An event (that you did not cause) has related to you. As another example, suppose you move towards this virtual woman, and she steps backward. Again, an event over which you have no direct control (her step backwards) has related directly to you—this time to your action. Since you are as real as can be, and this external sensed world appears to be addressing you, the reality of that external world is itself enhanced" (Slater, 2009, p. 3553)

ambienti virtuali (Place Illusion e Plausibility Illusion), si rende ora necessario compiere l'ultimo passaggio verso la *presence.* In questa direzione, il contributo di Witmer e Singer (Witmer & Singer, 1998) rappresenta un pillar, fornendo una prima definizione operativa:

> *"Presence is the subjective experience of being in one place or environment, even when one is physically situated in another."* (Witmer & Singer, 1998, p. 225)

In primo luogo, la presence non è una proprietà dell'ambiente virtuale in sé (come già sottolineato), ma un'esperienza interna al soggetto: essa riguarda la sensazione di *essere situati* in un luogo, indipendentemente dalla collocazione fisica reale del corpo e può emergere anche in contesti in cui l'utente è pienamente consapevole del carattere artificiale dell'esperienza. In questo senso, Witmer e Singer collocano la presence sul piano della risposta psicologica all'ambiente, e non su quello delle sue specifiche tecniche confermando quanto visto in precedenza (Slater & Wilbur, 1997).

Il contributo di (Witmer & Singer, 1998) non è tuttavia esclusivamente definitorio, ma soprattutto metodologico. Se la presence è uno stato soggettivo allora risulta necessario uno strumento di autovalutazione standardizzato, il *Presence Questionnaire* (PQ), pensato per misurare il grado di presenza esperito dagli utenti.

A partire da una revisione della letteratura, Witmer e Singer individuano quattro fattori che contribuiscono al senso di presenza: *Control Factors, Sensory Factors, Distraction Factors* e *Realism Factors*. Queste categorie non sono concepite come dimensioni isolate, ma come insiemi di variabili che interagiscono tra loro e che influenzano, in misura diversa, il coinvolgimento e l'immersione dell'utente.

- I *Control Factors* riguardano il grado di controllo percepito sull'ambiente virtuale. Essi includono la possibilità di influenzare gli eventi, l'immediatezza delle risposte del sistema alle azioni dell'utente, la capacità di anticipare le conseguenze delle proprie azioni e la naturalezza delle modalità di interazione. In generale, quanto più l'ambiente appare reattivo (Winkler et al., 2020), prevedibile e manipolabile, tanto maggiore risulta il senso di presenza. Questa dimensione è strettamente legata alla percezione di agency (Kilteni et al., 2012) e alla sensazione di agire efficacemente all'interno dello spazio virtuale.
- I *Sensory Factors* fanno riferimento invece al coinvolgimento percettivo e alla ricchezza degli stimoli sensoriali. Essi comprendono la modalità sensoriale dominante, la quantità e qualità delle informazioni trasmesse, la coerenza multimodale e la percezione del movimento, sia del proprio corpo sia degli oggetti

nell'ambiente. Secondo gli autori, un ambiente che fornisce un flusso sensoriale ricco, coerente e integrato favorisce una maggiore immersione (Slater & Wilbur, 1997) e, di conseguenza, un più elevato senso di presenza.

- I *Distraction Factors* includono tutti quegli elementi che interferiscono con l'esperienza, riducendo la capacità dell'utente di mantenere l'attenzione sull'ambiente virtuale. Rientrano in questa categoria la consapevolezza dell'interfaccia, le distrazioni provenienti dall'ambiente fisico reale e le difficoltà di concentrazione sui compiti richiesti (Barcatta et al., 2022). La presence, in questa prospettiva, non dipende solo da ciò che l'ambiente virtuale offre, ma anche dalla capacità del sistema di ridurre le interferenze e di limitare la rottura dell'attenzione.
- Infine, i *Realism Factors* riguardano la credibilità complessiva dell'esperienza. Il realismo non è inteso esclusivamente in senso grafico, ma come coerenza con le esperienze del mondo reale, naturalezza delle interazioni e significatività soggettiva dell'esperienza (Weber et al., 2021). Un ambiente virtuale risulta più presente quando ciò che accade al suo interno appare plausibile, consistente e dotato di senso per l'utente, indipendentemente dal fatto che il contenuto rappresentato sia realistico o immaginario.

Il *Presence Questionnaire* traduce questo impianto teorico in una batteria di item autosomministrati con scala Likert a sette punti (Joshi et al., 2015). Nella versione ridotta del questionario (Singer & Witmer, 2004), ampiamente utilizzata in letteratura e adottata anche nella presente ricerca (si veda capitolo 4), la scala è composta da diciannove item organizzati in sottoscale che riflettono specifiche componenti del senso di presenza fra cui la capacità di agire, la capacità di esaminare, la qualità dell'interfaccia e l'assenza di interferenze, l'autovalutazione della performance e, infine, il realismo percepito dell'esperienza. Nel loro insieme, queste sottoscale offrono una lettura multidimensionale del senso di presenza, consentendo di analizzare in modo articolato il vissuto soggettivo dell'utente all'interno di un ambiente virtuale.

Pur riconoscendo il ruolo pionieristico svolto da Witmer e Singer nella definizione e nell'operazionalizzazione della presence, il loro approccio è stato oggetto di una critica sistematica da parte di Slater (Slater, 1999), che ne ha evidenziato alcune ambiguità teoriche e, soprattutto, limiti metodologici. Tale critica non mira a negare l'utilità descrittiva del *Presence Questionnaire*, ma a problematizzarne la capacità di misurare la presence come fenomeno distinto e autonomo rispetto ai fattori che la influenzano.

Il nodo centrale individuato da Slater riguarda la definizione operativa implicita della presence nel Presence Questionnaire. Nel modello di Witmer e Singer (Witmer & Singer, 1998), la presence viene infatti costruita come una funzione diretta dei fattori che si presume la determinino, quali il controllo, il realismo, la qualità dell'interfaccia o il livello di distrazione. La presence non emerge come risposta percettiva unitaria dell'utente, ma viene definita come una funzione completamente deterministica dei suoi presunti determinanti:

> *"The operational definition of presence employed by W&S is that it is a completely deterministic function of its influencing factors"* (Slater, 1999, p. 7)

Questa impostazione comporta una conseguenza metodologica rilevante. Se la presence è definita come la somma dei fattori che la influenzano, diventa logicamente impossibile studiare l'effetto di tali fattori sulla presence stessa, essendone un derivato matematico, e qualsiasi tentativo di analizzare il rapporto tra presence e uno dei suoi presunti determinanti (fattori) risulta tautologico, poiché la relazione è già incorporata nella costruzione della misura. Da queste premesse Slater evidenzia tre critiche, relative rispettivamente a un paradosso statistico, a un problema di natura fenomenologica e ad uno di sovrapposizione fra caratteristiche del sistema e dell'individuo.

- La prima critica riguarda un *paradosso statistico*. Le correlazioni tra i singoli item o sottoscale del Presence Questionnaire e il punteggio totale di presenza, presentate da Witmer e Singer come evidenza empirica del ruolo di tali fattori, sono in realtà inevitabili per costruzione statistica. Poiché ciascun item contribuisce direttamente alla formazione del punteggio complessivo, la presenza di correlazioni significative non fornisce alcuna informazione sul piano causale:

  > *"This gives no information at all about the influence of these variables on 'presence'"* (Slater, 1999, p. 8)

- Il secondo elemento critico riguarda la *natura fenomenologica* del costrutto. Slater osserva che il Presence Questionnaire non include alcuna domanda che interroghi direttamente il soggetto sulla sensazione di *"being there"*, ossia sulla presence intesa come esperienza soggettiva primaria di collocazione in un luogo (Place Illusion (Slater, 2009)). Gli item del questionario richiedono invece valutazioni riflessive su aspetti specifici dell'interazione e del sistema, con la conseguenza che ciò che viene misurato non è la presence in quanto tale, ma una serie di giudizi metacognitivi sull'esperienza.

- Infine, centrale nella critica di Slater è la *confusione tra caratteristiche del sistema e caratteristiche dell'individuo*. Le risposte al Presence Questionnaire riflettono simultaneamente la qualità dell'ambiente virtuale e le differenze individuali tra gli utenti, quali abilità motorie, esperienza pregressa, familiarità tecnologica o tratti psicologici. A parità di sistema immersivo, due soggetti possono riportare livelli molto diversi di controllo o coinvolgimento non perché l'ambiente sia cambiato, ma perché differiscono per competenze o capacità di adattamento. In questo senso, il punteggio di presence rischia di essere fortemente influenzato dal profilo individuale dell'utente piuttosto che dalle proprietà dell'ambiente immersivo.

Sulla base di questa rilettura critica si inserisce la proposta di revisione. Per studiare in modo rigoroso la presence è necessario separare le misure oggettive di immersion del sistema (si veda quando detto in precedenza (Slater & Wilbur, 1997) e le caratteristiche individuali degli utenti, considerandole come variabili indipendenti (ortogonali), mentre la presence dovrebbe essere osservata come esito fenomenologico e comportamentale derivato da questi due fattori:

> *"Measures of system immersion, and independent measures of individual personal characteristics and experience should be sufficient for this purpose. The presence questionnaire PQ confounds them"* (Slater, 1999, p. 7).

Alla luce di queste considerazioni, Slater propone una riformulazione concettuale del costrutto di presence (Slater, 2009), volta a superare l'ambiguità terminologica e i limiti analitici emersi dal Presence Questionnaire (Witmer & Singer, 1998; Singer & Witmer, 2004). In particolare, l'autore rifiuta l'idea che la presence possa essere intesa come il risultato della somma quantitativa di dimensioni esperienziali o tecniche (come nel modello di (Witmer & Singer, 1998; Singer & Witmer, 2004)), ma come attivazione simultanea di due condizioni fenomenologiche distinte e ortogonali, già discusse nei paragrafi precedenti: la Place Illusion (PI) e la Plausibility Illusion (Psi) (Slater, 2009).

Quando l'utente sperimenta sia l'illusione di trovarsi effettivamente in un luogo (*PI*), sia l'illusione che gli eventi che vi si svolgono stiano realmente accadendo e lo riguardino direttamente (*Psi*), egli tende a rispondere alla situazione virtuale come se fosse reale *(response-as-if-real' RAIR* (Slater, 2009)*)*, manifestando reazioni comportamentali, emotive e fisiologiche analoghe a quelle osservabili in contesti reali. In questa prospettiva, la presence non viene più concepita come una variabile latente misurabile direttamente o come un punteggio aggregato, ma come un esito emergente dell'interazione tra le proprietà del sistema immersivo e i processi percettivi e inferenziali dell'utente. Tale impostazione

consente di superare una concezione puramente descrittiva della presence, riconfigurandola come il risultato dinamico della compresenza di specifiche illusioni percettive e di plausibilità, pur mantenendo valida la definizione vista *"Presence is the subjective experience of being in one place or environment, even when one is physically situated in another."* (Witmer & Singer, 1998, p. 225).

Alla luce del percorso di costruzione della presence, il concetto di *co-presence* consente di estendere l'analisi dalla relazione tra soggetto e ambiente alla relazione "tra soggetti" all'interno di uno stesso spazio, introducendo in modo esplicito la dimensione sociale (Schroeder, 2002, 2010) dell'esperienza immersiva, tipica del Metaverso. Se la presence riguarda l'esperienza soggettiva di "*being there*", la co-presence si riferisce al senso di "*being together with other people*" all'interno di una stessa situazione interattiva, ponendo al centro non solo l'ambiente, ma la possibilità di interazione e condivisione di quell'ambiente con altri (Zhao, 2003). In questa prospettiva, la co-presence non può essere intesa come una semplice condizione tecnica di compresenza in un ambiente digitale, ma come una forma specifica di co-localizzazione sociale, che si realizza quando gli individui diventano reciprocamente "*accessible, available, and subject to one another*" (Zhao, 2003, p. 2), ovvero quando sono messi nelle condizioni di interagire in modo bidirezionale e immediato.
Per chiarire le diverse configurazioni attraverso cui tale condizione può manifestarsi, viene proposta una tassonomia della co-presence fondata sull'incrocio di due criteri fondamentali (Zhao, 2003).

- In primo luogo, viene considerato il modo in cui l'altro è presente rispetto al soggetto contrapponendo la *presenza in persona*, quando l'altro è fisicamente presente nella scena interattiva come individuo reale, condividendo lo stesso spazio materiale e la *presenza virtuale*, quando l'altro non è fisicamente presente, ma viene reso socialmente accessibile attraverso un processo di simulazione (si pensi ad esempio alle videochiamate). In questo caso, la persona reale è assente dalla scena, ma la sua presenza viene mediata da un'entità artificiale
- In secondo luogo, viene considerato il luogo in cui la presenza dell'altro si colloca rispetto al soggetto, distinguendo tra *prossimità fisica*, quando l'interazione avviene all'interno del raggio dei sensi non mediati, e *prossimità elettronica*, quando l'interazione è resa possibile dall'estensione tecnologica dei sensi e avviene a distanza tramite dispositivi di comunicazione. Affinché possa verificarsi una

condizione di co-presence, l'altro deve risultare collocato in una forma di prossimità - fisica o elettronica - tale da consentire un'interazione istantanea e reciprocamente contingente.

Dall'incrocio di questi due criteri (presenza e prossimità) emergono quattro configurazioni fondamentali di co-presence (Zhao, 2003).

- La *corporeal copresence* si verifica quando l'altro è fisicamente presente nello stesso spazio dell'individuo, consentendo un'interazione faccia a faccia
- La *corporeal telecopresence* si realizza invece quando individui corporeamente presenti interagiscono a distanza, in prossimità elettronica, attraverso reti di comunicazione che rendono possibile un'interazione bidirezionale in tempo reale; in questo caso, la telepresence assume la forma di telecopresence solo quando l'accessibilità è reciproca e simultanea (come nel caso di videochiamate).
- La *virtual copresence* si verifica invece quando l'interazione avviene in prossimità fisica con un'entità artificiale che sostituisce un soggetto umano reale, come nel caso di robot o dispositivi automatizzati progettati per interazioni faccia a faccia (Almeida et al., 2022)
- La *virtual telecopresence* si configura infine quando l'altro è presente in prossimità elettronica tramite una simulazione digitale. In questa configurazione, l'interazione avviene all'interno di ambienti elettronici condivisi con entità virtuali che simulano risposte umane.

Nei mondi virtuali tridimensionali del Metaverso, la co-presence si configura quindi come *virtual telecopresence*, poiché gli utenti, pur fisicamente distanti, interagiscono all'interno di uno stesso spazio elettronico condiviso attraverso avatar e comunicazione sincrona (Yousefdeh & Oyelere, 2024), in cui gli individui diventano consapevoli gli uni degli altri come interlocutori sociali che condividono lo stesso ambiente.

Presence e co-presence non rappresentano quindi costrutti e percezioni né sovrapponibili né derivate pur essendo positivamente legate fra loro (Bulu, 2012): la presence riguarda primariamente il rapporto tra soggetto e ambiente, mentre la co-presence riguarda il rapporto tra soggetti, pur potendo rafforzarsi reciprocamente nei contesti immersivi. In particolare, la rappresentazione tramite avatar e la possibilità di interazione verbale e non verbale contribuiscono simultaneamente allo sviluppo di presence e co-presence, rendendo l'ambiente virtuale un luogo esperibile e gli altri utenti socialmente rilevanti. Ambienti come Horizon Workrooms (Abramczuk et al., 2023) possono essere letti in questa

prospettiva come esempi di realizzazione sia di presence che di co-presence, dando la sensazione sia di essere fisicamente in uno spazio lavorativo sia che esso sia condiviso con altri utenti, che reagiscono e interagiscono in risposta delle nostre azioni.



Figura 22.2: Esempio di interazione in un ambiente virtuale condiviso (Horizon WorkRooms): la presenza degli altri utenti non è mediata esclusivamente da flussi audiovisivi, ma si costruisce attraverso la condivisione di uno spazio tridimensionale e l'interazione incarnata tra avatar, favorendo una percezione di co-presence.

Sulla base del quadro teorico fin qui delineato, che ha progressivamente distinto immersion, presence e co-presence e il rapporto con SoE, Place Illusion e Plausibility Illusion, diventa ora centrale comprendere come tali dimensioni si articolino empiricamente nei contesti sociali immersivi del Metaverso. È su questo snodo che si collocano i contributi empirici più recenti, volti a indagare non solo se e come gli utenti si sentano "presenti" negli ambienti virtuali, ma in che misura tale presenza si traduca nella percezione di essere insieme ad altri soggetti in uno spazio condiviso e socialmente significativo, con ricadute anche al di fuori dei contesti immersivi metaversali.

Zhang e colleghi (G. Zhang et al., 2022) riprendono i concetti di social presence e co-presence per analizzare come queste dimensioni si sviluppino nei contesti immersivi del Metaverso. A partire dalla Social Perspective Theory il loro studio introduce un'evoluzione concettuale attraverso il modello dell'Embodied Social Presence (ESP (Mennecke et al., 2010, 2011)). Il framework ESP proposto dagli autori (Figura 23) esplora come diversi fattori tecnologici e individuali influenzino la percezione della presenza e della co-presence nel Metaverso.

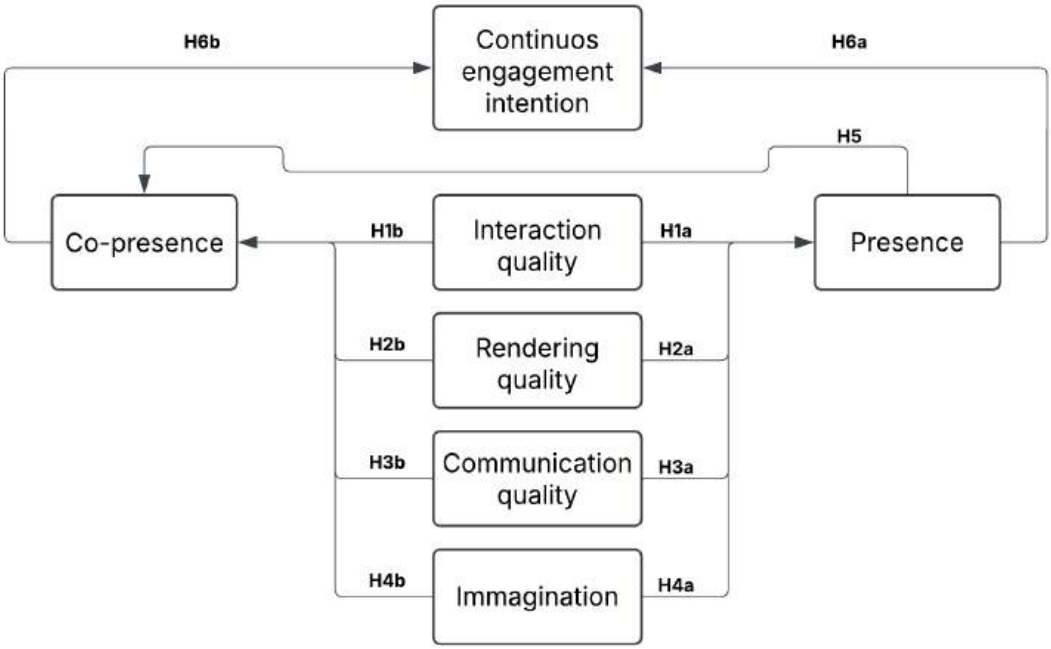


Figura 23: Ipotesi di ricerca - i fattori che impattano su presence e co-presence (G. Zhang et al., 2022)

In particolare, le ipotesi di ricerca analizzano l'impatto di quattro elementi chiave: (1) la qualità dell'interazione, (2) la qualità del rendering grafico, (3) la qualità della comunicazione e (4) le caratteristiche individuali degli utenti, con particolare riferimento alla capacità immaginativa. Più in dettaglio:

- La prima ipotesi (H1a) suggerisce come la qualità delle interazioni, definita come la capacità del sistema di supportare comunicazioni fluide e naturali tra gli utenti, influenzi positivamente la presence. Una relazione diretta (H1b) viene ipotizzata anche tra la qualità delle interazioni e la co-presence, sostenendo che un'interazione più coinvolgente aumenti la percezione di condivisione di uno spazio virtuale con altri utenti (A. Davis et al., 2009).
- Le ipotesi H2a e H2b si concentrano sulla qualità del rendering grafico, ossia il livello di dettaglio visivo e realismo nell'ambiente virtuale. Gli autori ipotizzano che una qualità elevata del rendering migliori la percezione di presence (H2a), offrendo un'esperienza più autentica. Parallelamente, si prevede che il rendering grafico incida positivamente sulla co-presence (H2b), creando una rappresentazione visiva più convincente degli utenti e dell'ambiente condiviso (Yassien et al., 2020).
- Un ulteriore elemento analizzato è la qualità della comunicazione, ovvero la capacità tecnologica di facilitare interazioni vocali, testuali o multisensoriali in modo immediato e senza frizioni. Gli autori ipotizzano che questa qualità incida positivamente sia sulla

presence (H3a) che sulla co-presence (H3b), favorendo il senso di autenticità e di condivisione tra gli utenti (DeRouin-Jessen & Fritzsche, 2010).

- Un elemento innovativo del modello proposto da Zhang et al. Riguarda inoltre il ruolo centrale attribuito all'immaginazione dell'utente nel determinare la presence e la co-presence all'interno del Metaverso (Wurtz et al., 2013). La capacità di un individuo di immaginare e proiettare sé stesso nello spazio virtuale si traduce in un maggiore coinvolgimento immersivo, rafforzando la sensazione di essere realmente presente nell'ambiente digitale. Questa prospettiva sottolinea come, oltre agli aspetti tecnologici della piattaforma, anche i processi cognitivi ed esperienziali degli utenti siano determinanti nel modellare la percezione della realtà virtuale. In particolare, l'immaginazione influenzerebbe direttamente sia il senso di embodied presence (H4a), ossia la percezione di essere fisicamente presente nel Metaverso, sia la co-presence (H4b), ovvero la consapevolezza della presenza simultanea di altri utenti e l'interazione con essi. H5 ipotizza invece una correlazione positiva fra presence e co-presence.
- Infine, le ultime due ipotesi esplorano il ruolo della social presence e della co-presence come predittori dell'intenzione di un coinvolgimento continuo con la piattaforma. L'ipotesi H6a suggerisce che una maggiore social presence aumenti la propensione degli utenti a tornare e interagire nuovamente con l'ambiente virtuale. L'ipotesi H6b attribuisce un ruolo simile alla co-presence, ipotizzando che la percezione di essere realmente "insieme" ad altri utenti in uno spazio condiviso favorisca un coinvolgimento più duraturo (K. M. Chong et al., 2023).

Per testare queste ipotesi di ricerca il disegno sperimentale si basa su una rilevazione CAWI (Customer Assisted Web Interview) che ha coinvolto 312 utenti abituali di piattaforme immersive. Il questionario prevedeva 28 item distribuiti su cinque scale principali, convalidati attraverso un'analisi fattoriale esplorativa (EFA (Stapleton, 1996)) e un'analisi di consistenza interna (Cronbach's Alpha superiore a 0.85 per tutte le scale), per indagare ciascuna delle dimensioni prese in esame.

Tramite il metodo PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling (Memon et al., 2021)), sono state indagate tutte le relazioni precedentemente ipotizzate. Le ipotesi relative alla qualità dell'interazione, del rendering grafico e della comunicazione (H1a, H1b, H2a, H2b, H3a, H3b) non sono state supportate. I coefficienti β associati a queste variabili non sono risultati significativamente diversi da zero ($\beta = 0.008$ per H1a, $\beta = 0.062$ per H1b, $\beta = -0.031$ per H2a, $\beta = 0.029$ per H2b, $\beta = 0.065$ per H3a, $\beta = 0.004$ per H3b),

con i relativi p-value superiori a 0.05. Questo suggerisce che i fattori tecnologici, nella loro configurazione *attuale,* per come è il Metaverso oggi, non predicono né la presenza incarnata né la co-presenza. La qualità del rendering, ad esempio, ha dimostrato un impatto minimo sulla co-presence (H2b) con $\beta = 0.029$ e $p = 0.674$, evidenziando la necessità di ulteriori sviluppi tecnologici per influenzare queste dimensioni.

L'analisi dei dati ha evidenziato tuttavia un effetto positivo e altamente significativo dell'immaginazione sulla presenza incarnata (H4a), come dimostrato dal coefficiente $\beta = 0.505$ e da un p-value < 0.001 (Pellegrini, 2001). Questo risultato indica che, quanto più un utente è in grado di immaginare sé stesso immerso nell'ambiente virtuale, tanto più forte sarà la sua sensazione di essere fisicamente presente all'interno dello spazio digitale. Ciò conferma come variabili psicologiche e cognitive svolgano un ruolo cruciale nella costruzione di esperienze immersive, a prescindere dalle caratteristiche tecnologiche della piattaforma e da processi di personalizzazione dell'avatar.

D'altra parte, l'effetto dell'immaginazione sulla co-presenza incarnata (H4b) non ha ottenuto supporto empirico, con un coefficiente $\beta = 0.077$ e un p-value $= 0.268$, indicando l'assenza di una relazione statisticamente significativa. Questo suggerisce che, sebbene l'immaginazione aiuti l'utente a sentirsi personalmente immerso nell'ambiente virtuale, essa non sembra influenzare in modo rilevante la percezione della presenza degli altri utenti o il senso di condivisione dello spazio virtuale. In altre parole, la capacità immaginativa contribuisce principalmente alla dimensione individuale della presenza, mentre fattori differenti - come l'interazione diretta con altri avatar e l'effettiva condivisione di spazi - potrebbero essere più determinanti per la costruzione della co-presenza.

La relazione tra presenza incarnata e co-presenza incarnata (H5) è stata validata, con un coefficiente $\beta = 0.368$ e un p-value < 0.001. Questo risultato evidenzia una forte connessione tra le due dimensioni, indicando come un'esperienza individuale autentica e immersiva favorisca la percezione della presenza altrui nello stesso spazio virtuale (Bulu, 2012).

Per quanto concerne l'intenzione di coinvolgimento continuo (COE), l'ipotesi H6a, che suggeriva un effetto diretto della presenza incarnata sul coinvolgimento continuo, non è stata supportata ($\beta = 0.114$, $p = 0.087$). Tuttavia, la co-presenza incarnata ha mostrato un impatto significativo (H6b), con un coefficiente $\beta = 0.415$ e un p-value < 0.001. Questo risultato indica che la percezione di essere realmente insieme ad altri utenti è un fattore chiave per stimolare la fedeltà e il coinvolgimento verso la piattaforma. Infine, è stato riscontrato un effetto di *mediazione* significativo. L'immaginazione, attraverso la

mediazione della presenza incarnata, e successivamente della co-presenza, ha un impatto indiretto sull'intenzione di coinvolgimento continuo, con un coefficiente $\beta = 0.077$ e un p-value = 0.002. I risultati dello studio evidenziano quindi il ruolo fondamentale delle variabili psicologiche e cognitive, in particolare dell'immaginazione, nella creazione di esperienze immersive e nella fidelizzazione degli utenti. La capacità di proiettarsi mentalmente all'interno dell'ambiente virtuale si è rivelata un elemento chiave per aumentare la presenza incarnata, suggerendo come l'engagement degli utenti non dipenda esclusivamente dagli aspetti tecnologici della piattaforma, ma in modo forte da dinamiche soggettive legate alla percezione e all'immaginazione (Mennecke et al., 2011).
Questo implica che, sebbene la tecnologia rappresenti la struttura portante dell'esperienza virtuale, essa da sola non è sufficiente a garantire un'esperienza immersiva di alto livello senza un adeguato supporto psicologico e percettivo. Questi risultati forniscono spunti rilevanti per il design futuro delle piattaforme del Metaverso, indicando la necessità di un approccio integrato che combini innovazione tecnologica e strategie basate sulla psicologia dell'esperienza utente. Adottare soluzioni che stimolino attivamente l'immaginazione degli utenti, attraverso la personalizzazione degli ambienti, la narrativa coinvolgente e la libertà di interazione, potrebbe rappresentare un fattore chiave per massimizzare il coinvolgimento, migliorare la qualità della user experience e la tendenza a ritornare nel Metaverso per vivere nuove interazioni ed esperienze con altri utenti (Sami et al., 2024).

Gli effetti di presence e co-presence potrebbero tuttavia non essere circoscritti alla sola realtà virtuale (con un aumento della continuos engagement intention), ma potrebbero avere ripercussioni e benefici anche al di fuori di questi ambienti immersivi (si veda quanto detto per il Proteus effect (Yee & Bailenson, 2007; Fox et al., 2013)), influenzando il benessere psicologico e sociale degli utenti. Se la social presence rafforza infatti il coinvolgimento e l'interazione nell'ambiente VR, il suo effetto potrebbe non esaurirsi alla sola esperienza immersiva, ma riflettersi positivamente anche sulla percezione delle relazioni e sul senso di appartenenza nel mondo reale, aspetto che si andrà di seguito ad analizzare.
Lo studio di (H. J. Oh et al., 2023) fornisce un contributo chiave nel comprendere questi meccanismi di generalizzazione dei benefici al di fuori della VR. Basandosi su una rilevazione CAWI, condotta in Corea del Sud, su un campione di 300 utenti attivi di piattaforme immersive, la ricerca utilizza modelli di equazioni strutturali (PLS-SEM (Memon et al., 2021)) per esaminare le relazioni tra presence, interazioni sociali di

supporto, autoefficacia sociale e solitudine percepita (si veda figura 24 per un maggiore dettaglio delle relazioni ipotizzate).

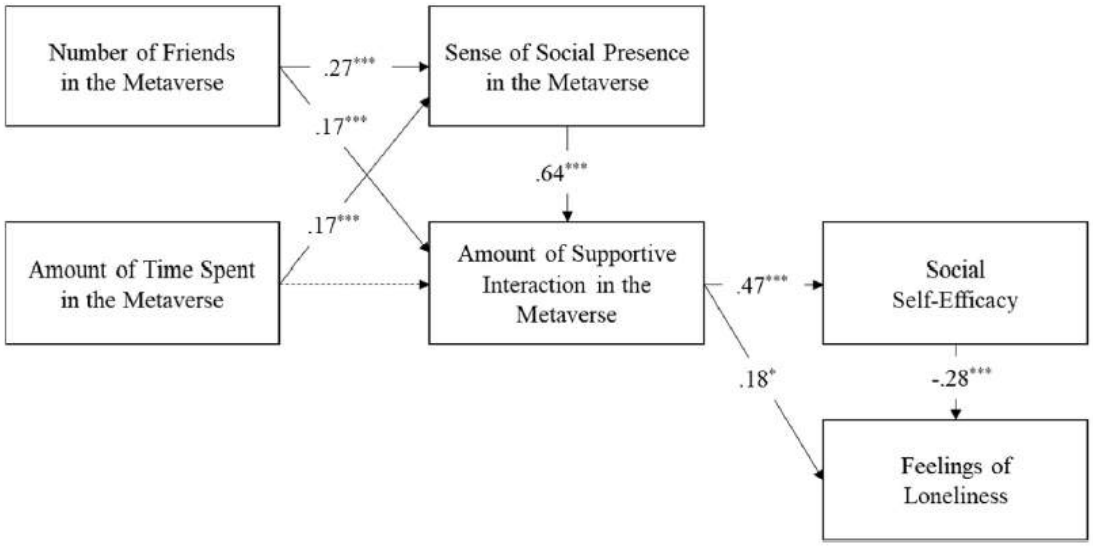


Figura 24: Risultati: il simbolo * indica un β significativo per i pathway indagati (H. J. Oh et al., 2023)

I risultati del PLS-SEM sui dati CAWI confermano come il numero di amici nel Metaverso ($\beta = 0.27$, $p < 0.001$) e il tempo trascorso nelle piattaforme immersive ($\beta = 0.17$, $p < 0.001$) aumentino la social presence, suggerendo che una rete sociale più ampia e una maggiore familiarità con l'ambiente virtuale rafforzano la percezione di *essere insieme* agli altri utenti (D. Y. Kim et al., 2025). A sua volta, la social presence si configura come un forte predittore delle interazioni di supporto ($\beta = 0.64$, $p < 0.001$), dimostrando come il senso di presenza sociale faciliti lo sviluppo di scambi significativi e relazioni di sostegno emotivo (potenzialmente anche al di fuori del Metaverso). Le interazioni di supporto si rivelano poi cruciali nel promuovere una maggiore autoefficacia sociale ($\beta = 0.47$, $p < 0.001$), ovvero la fiducia degli utenti nella propria capacità di gestire relazioni interpersonali. Infine, una più alta autoefficacia sociale è associata a una significativa riduzione della solitudine percepita ($\beta = -0.28$, $p < 0.001$). Questi risultati dimostrano come la presence (e indirettamente anche il senso di co-presence ad essa legata) non siano semplici fenomeni digitali legati alla percezione dell'utente, ma costrutti psicologici capaci di influenzare il benessere degli utenti anche nella vita reale, al di fuori del contesto immersivo.

Gli studi analizzati confermano come presence e co-presence siano elementi fondamentali nella costruzione di una piena esperienza immersiva, modulabili attraverso fattori psicologici, cognitivi e, in un futuro, anche di tipo tecnologico. La presence incarnata rafforza il legame soggettivo con l'ambiente virtuale, mentre la co-presence intensifica

l'interazione sociale, favorendo il coordinamento emotivo e comportamentale tra gli utenti (Dumeva et al., 2024). Sebbene l'immaginazione (cioè la capacità di sapersi proiettare mentalmente nell'ambiente virtuale immersivo) giochi un ruolo chiave nel potenziare il senso di presence individuale, la co-presence sembra richiedere ulteriori stimoli, come interazioni dirette e un senso di condivisione attiva dello spazio.

Questi risultati evidenziano come la dimensione sociale della presenza non sia un semplice effetto della tecnologia, ma il risultato di un processo complesso che coinvolge percezione, emozioni e interazioni. La qualità della comunicazione e del contesto relazionale diventa quindi cruciale per consolidare la co-presence, oltre ai miglioramenti grafici o sensoriali. In sintesi, un'esperienza immersiva efficace deve integrare fattori tecnologici e psicologici, riconoscendo che la realtà virtuale non è solo una simulazione visiva, ma uno spazio di interazione che si costruisce attraverso dinamiche cognitive ed emotive condivise. Questa interdipendenza tra identità digitale, interazione sociale e percezione apre la strada a una riflessione più ampia sul modo in cui le esperienze immersive influenzano i processi cognitivi ed emotivi degli utenti, che verranno ora indagati.

1.4.3 Dimensioni cognitive ed emotive dell'esperienza immersiva

Per comprendere fino in fondo l'esperienza immersiva del e nel Metaverso, è necessario spostare l'attenzione dai meccanismi sociali di presence e co-presence alla dimensione percettiva ed emotiva interna al soggetto, analizzando come gli utenti elaborano gli stimoli virtuali e costruiscono la propria rappresentazione dell'ambiente.

Un esempio paradigmatico di questa intersezione tra percezione, cognizione ed emozione è il *crowding effect*, fenomeno che si radica in ambito percettivo (Bouma, 1970) ma assume una valenza anche sociale (Stokols, 1972), rappresentando così un punto di continuità tra esperienza fisica e virtuale. Nel Metaverso, questo meccanismo mantiene molte delle caratteristiche osservabili nella realtà fisica, dimostrando come le esperienze virtuali non siano semplici simulazioni, ma ambienti che attivano schemi cognitivi e affettivi consolidati.

Ciò implica che la progettazione del Metaverso possa essere guidata proprio dalla comprensione di come gli utenti percepiscono, elaborano e vivono l'interazione con lo spazio e con gli altri. Questa prospettiva apre alla riflessione su fenomeni più ampi, come i cognitive e affective mimetics (Silvennoinen & Saariluoma, 2021), attraverso cui il Metaverso non solo struttura la percezione individuale, ma diventa un contesto in cui le dinamiche percettive e sociali possono essere modulate e studiate, per sviluppare un

Metaverso tailor-made sugli utenti. Verrà ora indagato il processo percettivo del crowding effect per comprendere la sua duplice natura cognitiva ed emotiva, personale e sociale, come esempio di riferimento dei processi percettivi dell'utente in ambienti immersivi.

Il crowding effect è un fenomeno percettivo ampiamente studiato in psicologia dagli anni '70 (Bouma, 1970), e può essere definito come l'interferenza generata dalla presenza di più stimoli in una stessa area percettiva, riducendo la capacità di discriminare e processare singoli elementi. Nella sua formulazione originaria, il crowding visivo si riferisce quindi alla difficoltà di identificare un oggetto target quando è circondato da altri stimoli simili, suggerendo come l'eccesso di informazioni, all'interno di una finestra spaziale percettiva limitata, possa compromettere la chiarezza della percezione (Whitney & Levi, 2011). Questo concetto, nato nell'ambito della percezione visiva, è stato esteso alle interazioni spaziali e sociali, evidenziando come l'affollamento non riguardi solo la sovrapposizione di stimoli sensoriali, ma anche la gestione dello spazio interpersonale in presenza di molteplici agenti (Stokols, 1972).

Nel Metaverso, il crowding effect può essere determinato dalla densità di avatar o oggetti presenti nella stessa scena, e influenza la percezione dello spazio personale e la regolazione delle distanze interpersonali (in modo differente e specifico, a seconda che si tratti di oggetti o altri utenti rappresentati da avatar).

Il senso di affollamento non è infatti semplicemente una questione di spazio fisico disponibile (di per sé potenzialmente infinito in questi mondi digitali), ma dipende dalla percezione soggettiva della presenza altrui e dalla capacità di mantenere una distanza che sia ritenuta confortevole (Van Kerrebroeck et al., 2017; T.-H. Wang et al., 2021).

Han et al. (M. Han et al., 2023) hanno esplorato questa dinamica analizzando come la densità sociale percepita, determinata dalla presenza di avatar, abbia una connotazione differente da una semplice densità fisica indotta da oggetti inanimati. La ricerca è stata condotta attraverso due esperimenti distinti in ambienti VR, utilizzando visori HTC Vive e scenari sviluppati in Unity.

Il campione, composto da 60 studenti universitari, è stato suddiviso equamente tra i due esperimenti. Tutti i partecipanti avevano familiarità con la VR e hanno svolto una fase di pre-training. Il primo esperimento mirava a verificare se un aumento della densità sociale, intesa come il numero di avatar presenti per metro quadrato, potesse ridurre la distanza interpersonale considerata confortevole e accettabile dagli utenti.

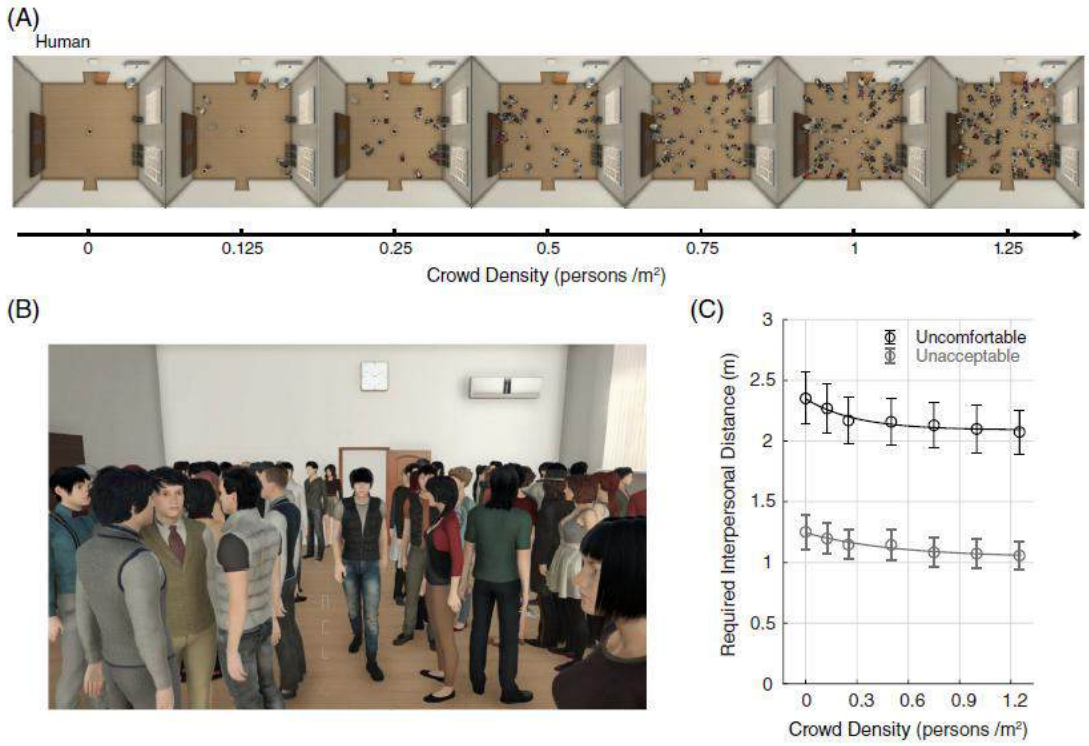


Figura 25: manipolazione del crowding sociale tramite ambiente Unity (M. Han et al., 2023)

La variabile indipendente è stata manipolata esponendo i partecipanti a sette livelli di densità sociale (Baum & Weiss, 1987), da un minimo di 0 a un massimo di 1.25 avatar per metro quadrato (ossia 0, 8, 16, 32, 48, 64 e 80 avatar all'interno della stanza di 8*8 metri). Gli avatar erano posizionati staticamente all'interno dell'ambiente virtuale per simulare una situazione di affollamento sociale senza alterare le dinamiche interattive (Friedman et al., 2007). La procedura sperimentale prevedeva una fase di osservazione dell'ambiente per 30 secondi, seguita dall'avvicinamento progressivo di un avatar verso il partecipante. Quest'ultimo doveva indicare due soglie critiche: il punto in cui la vicinanza iniziava a generare disagio (uncomfortable) e quello in cui diventava completamente inaccettabile (unacceptable). La misurazione della variabile dipendente avveniva attraverso il sistema VR, che registrava automaticamente la distanza interpersonale percepita in ciascuna condizione.

Le analisi statistiche condotte attraverso ANOVA a misure ripetute (Girden, 1992) hanno evidenziato un effetto significativo della densità sociale sulla distanza interpersonale percepita sia per la soglia del discomfort ($F(2.24, 64.85) = 8.21$, $p < .001$, $\eta p^2 = .22$) sia per la soglia dell'intolerable distance ($F(2.16, 62.54) = 16.33$, $p < .001$, $\eta p^2 = .36$). I risultati mostrano che, all'aumentare della densità sociale (ossia del numero di avatar presenti in scena), gli utenti riducevano progressivamente la distanza interpersonale minima

considerata accettabile prima di provare disagio o rifiutare l'interazione (figura 25, sezione c). Per quantificare questa riduzione, gli autori hanno utilizzato un modello matematico di regressione esponenziale ($y = P_0 + P_\Delta e\ e^{-\varepsilon x)}$) per stimare la variazione delle distanze in funzione della densità sociale. Nel caso della distanza di discomfort, il valore iniziale P_0 era pari a 2.1 metri, con un fattore di riduzione P_a di 0.26 metri. Per la distanza inaccettabile, P_0 era 1.04 metri e P_a 0.2 metri. Il calcolo della percentuale di riduzione ha mostrato che, nelle condizioni di alta densità sociale, la distanza percepita come scomoda si riduceva del 10,98%, mentre la distanza considerata inaccettabile diminuiva del 16,29% nelle condizioni di minore affollamento.

Questi risultati suggeriscono che in ambienti virtuali affollati gli utenti si adattano spontaneamente ad accettare una maggiore vicinanza interpersonale, un fenomeno che trova un chiaro parallelismo con le dinamiche osservabili nel mondo reale (Hall, 1990). Quando ci si trova in spazi fisici ad alta densità sociale, come un vagone della metropolitana o una piazza gremita, la percezione della distanza interpersonale cambia in modo adattivo: in situazioni di affollamento inevitabile, le persone tendono a rivedere al ribasso le proprie soglie di comfort spaziale, accettando una riduzione del proprio spazio peripersonale rispetto a contesti meno congestionati (Altman, 1975). Questo meccanismo si verifica perché, in ambienti ad alta densità sociale, il mantenimento delle distanze abituali risulterebbe impraticabile, e di conseguenza il sistema percettivo si adatta, ridefinendo implicitamente il confine tra una vicinanza accettabile e una situazione di disagio.

Nel Metaverso, pur in assenza di vincoli fisici *"reali"*, si osserva un adattamento analogo: quando la densità di avatar aumenta, gli utenti riducono la distanza interpersonale richiesta prima di provare disagio, esattamente come accade nel mondo fisico. Questa corrispondenza di elaborazione tra mondo reale e virtuale suggerisce che la percezione dello spazio in chiave sociale nel Metaverso non è regolata solo da fattori tecnici o grafici, ma anche da processi cognitivi e adattativi profondamente radicati, che plasmano il comportamento degli utenti sulla base delle stesse euristiche percettive utilizzate nella realtà quotidiana. A livello più profondo, tali euristiche trovano un fondamento nei meccanismi corporei e multisensoriali dello spazio peripersonale, inteso come spazio funzionale all'azione e all'interazione, condiviso tra esperienza fisica e virtuale (Rizzolatti et al., 1997). Il fatto che anche in un contesto immersivo, in cui la distanza fisica non rappresenta una vera costrizione, emerga comunque un adattamento alla densità sociale suggerisce che la co-presence nel Metaverso non sia una mera simulazione, ma un'esperienza che segue logiche simili a quelle della percezione sociale nel mondo fisico.

Il secondo esperimento ha confrontato l'effetto della densità sociale (esperimento 1) con quello della densità fisica (Figura 26), ipotizzando che solo la presenza di avatar generasse una riduzione della distanza interpersonale, mentre la densità determinata da oggetti statici non avesse impatti significativi. Gli avatar sono stati così sostituiti con scatole inanimate, seguendo le medesime modalità di distribuzione da 0 a 1,25 oggetti per m^2.

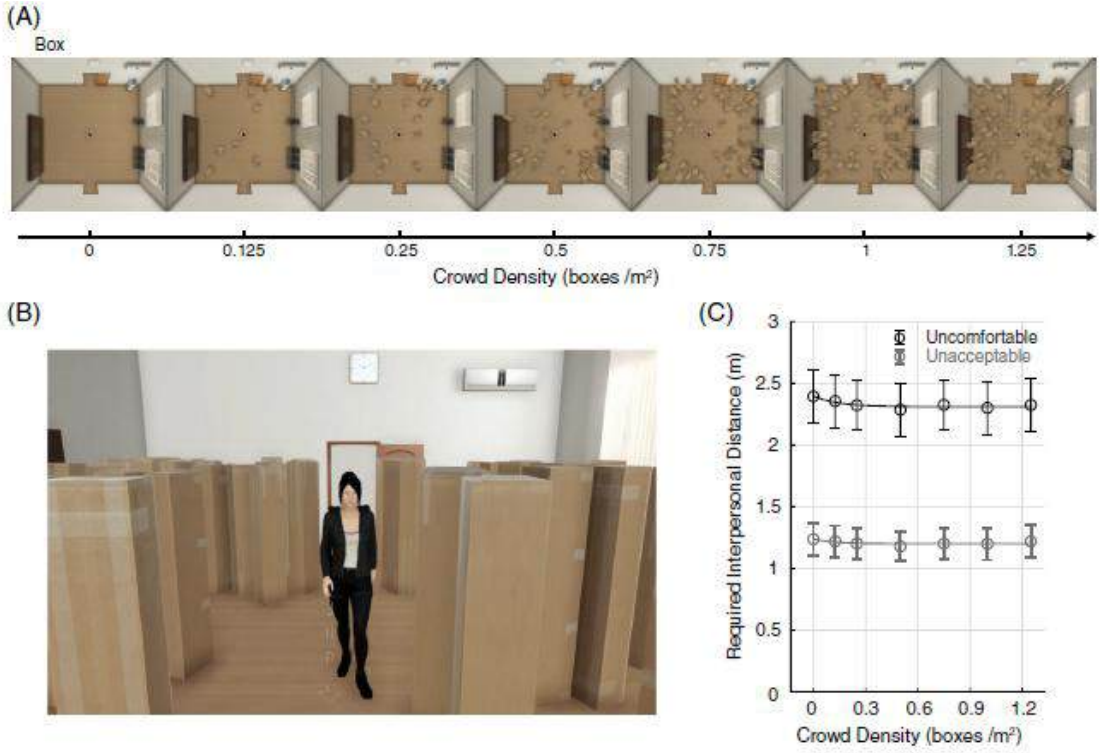


Figura 26: Manipolazione del crowding fisico tramite ambiente Unity (M. Han et al., 2023)

A differenza del primo esperimento, l'ANOVA a misure ripetute non ha evidenziato differenze significative nella distanza interpersonale richiesta in funzione della densità fisica, ovvero il numero di oggetti inanimati presenti nello spazio virtuale. In particolare, non si è riscontrato un effetto significativo né per la distanza uncomfortable ($F (3.19, 92.42) = 2.05$, $p = .108$, $\eta p^2 = .07$) né per la distanza unacceptable ($F (3.51, 101.74) = 2.00$, $p = .109$, $\eta p^2 = .07$). L'analisi di fitting ha inoltre mostrato che il fattore di riduzione della distanza P_a era molto basso nella condizione di crowding fisico, con una diminuzione minima della distanza interpersonale (3,65% per la discomfort distance e 3,09% per la unacceptable distance) (Stokols, 1973; Baum & Davis, 1976). Questi risultati suggeriscono che l'affollamento fisico abbia un impatto trascurabile sulla gestione della distanza interpersonale nel Metaverso.

Tuttavia, combinando i dati dei due esperimenti, è emersa un'interazione significativa tra il tipo di affollamento (sociale vs. fisico) e la densità. L'ANOVA ha evidenziato un effetto

significativo per la distanza scomoda ($F (2.18, 63.15) = 3.08$, $p = .049$, $\eta p^2 = .10$) e un effetto ancora più marcato per la distanza inaccettabile ($F (2.90, 83.95) = 8.95$, $p < .001$, $\eta p^2 = .24$).

La ricerca di (M. Han et al., 2023) dimostra come la percezione dello spazio personale - e sociale - nel Metaverso sia regolata dalla densità sociale piuttosto che dalla configurazione fisica dell'ambiente. Il crowding sociale porta gli utenti a tollerare distanze interpersonali ridotte, riflettendo un adattamento simile a quello osservato nel mondo fisico, ma senza vincoli spaziali reali. L'assenza di effetti significativi della densità fisica evidenzia che è la presenza sociale, ossia la disposizione di agenti e non di semplici oggetti, a modulare il comfort e l'interazione negli ambienti virtuali. Questo risultato ha implicazioni chiave per il design del Metaverso, poiché dimostra che la percezione dello spazio e dell'interazione sociale in ambienti immersivi non dipende esclusivamente da fattori tecnologici, ma da processi cognitivi ed emotivi propri dell'utente e che modulano la sua elaborazione dell'esperienza.

In questa prospettiva, la cognitive ed affective mimetics offrono un quadro interpretativo fondamentale per comprendere e applicare le conoscenze sui meccanismi percettivi e affettivi, permettendo di progettare ambienti virtuali che si adattino alle modalità con cui gli utenti elaborano e vivono la realtà fisica quotidiana, e conseguentemente anche quella digitale. Il Metaverso non è solo uno spazio di simulazione, ma un contesto che può essere ottimizzato per amplificare, modulare, studiare - e potenzialmente trasformare - le risposte cognitive ed emozionali dell'utente, secondi i principi di cognitive ed affective mimetics.

I concetti di cognitive mimetics e affective mimetics (Silvennoinen & Saariluoma, 2021), si basano sull'idea che le tecnologie immersive non debbano solo simulare ambienti realistici, ma debbano anche rispecchiare i meccanismi di pensiero umani (si riveda in tal senso il concetto di sensorio digitale (Montani, 2020)).

Il cognitive mimetism si fonda sul presupposto che le interfacce e le dinamiche del Metaverso debbano rispecchiare i processi cognitivi umani, garantendo un'interazione intuitiva e riducendo il carico cognitivo richiesto per orientarsi negli ambienti digitali (Kujala & Saariluoma, 2018). Un ambiente progettato secondo questi principi non richiede agli utenti di adattarsi a schemi artificiali di interazione, ma si integra con le loro capacità cognitive preesistenti, facilitando il riconoscimento degli spazi, la gestione dell'informazione e il processo decisionale.

Nel contesto immersivo, questo concetto si traduce nella progettazione di spazi virtuali che supportino l'attenzione condivisa, il problem-solving collaborativo e l'apprendimento esperienziale, tutti elementi cruciali per rendere l'interazione più fluida e naturale. Ad esempio, nella progettazione di ambienti di lavoro in VR, strumenti di cognitive mimetism possono includere interfacce che evidenziano visivamente le aree di interesse, migliorando il focus e il coordinamento nei team virtuali. In un'aula virtuale, la disposizione spaziale può essere ottimizzata per favorire l'engagement, simulando una struttura circolare che promuova il coinvolgimento e la percezione di prossimità tra studenti e docenti, replicando dinamiche di apprendimento già consolidate nel mondo fisico.
Un altro esempio riguarda il design della memoria spaziale nel Metaverso: se l'ambiente virtuale è costruito secondo principi cognitivi ben studiati, gli utenti possono navigare e recuperare informazioni in modo più efficace. Per esempio, un sistema di archiviazione immersivo potrebbe sfruttare il principio dei loci mnemonici (tecnica della "stanza della memoria"), permettendo agli utenti di "collocare" concetti o documenti in punti precisi dello spazio virtuale per un recupero più intuitivo (YATES, 1966).

Parallelamente, l'affective mimetism introduce la dimensione emotiva nel design degli ambienti virtuali, esplorando come questi possano evocare, amplificare e modulare gli stati affettivi degli utenti, migliorando la qualità dell'esperienza immersiva. Se nel mondo fisico l'architettura, l'illuminazione e la disposizione degli spazi influenzano lo stato emotivo delle persone, nel Metaverso queste variabili possono essere modellate in modo più dinamico e intenzionale. Un'applicazione fondamentale dell'affective mimetism riguarda la costruzione di avatar dotati di espressività autentica, capaci di trasmettere emozioni con linguaggi corporei e facciali che rispecchiano quelli umani (Jeong et al., 2025). Ad esempio, piattaforme VR avanzate stanno sperimentando sistemi di riconoscimento facciale e gestuale che permettano agli avatar di replicare in tempo reale le emozioni del loro utilizzatore, aumentando il senso di presenza e migliorando l'empatia nelle interazioni.
Un altro aspetto chiave è la progettazione di ambienti virtuali che inducano stati emotivi specifici, sfruttando colori, suoni, ritmi di interazione e prospettive spaziali per creare esperienze immersive emotivamente coinvolgenti. Un museo virtuale potrebbe modificare l'atmosfera luminosa e sonora per enfatizzare il carattere evocativo di un'opera, così come un mondo VR progettato per la terapia psicologica potrebbe adattare dinamicamente il paesaggio e i suoni per ridurre lo stress e favorire il rilassamento (Cerasa et al., 2022).

Un esempio particolarmente significativo è la progettazione di dinamiche di interazione che favoriscono empatia e sintonia emotiva tra utenti. Nei mondi sociali del Metaverso, gli utenti possono vivere esperienze collaborative in cui le emozioni vengono enfatizzate dalla capacità dell'ambiente virtuale di sincronizzare gli stati affettivi tra partecipanti, creando esperienze condivise più profonde. Questo fenomeno è cruciale, ad esempio, per le simulazioni educative che insegnano l'intelligenza emotiva o per le esperienze di gruppo (Barra et al., 2023) in VR che mirano a creare coesione sociale tra utenti geograficamente distanti.

Per comprendere l'interazione dell'utente con il Metaverso e le applicazioni concrete di questi mondi immersivi (si veda capitolo 2), è quindi fondamentale considerare come gli individui elaborano cognitivamente ed emotivamente gli ambienti virtuali. I cognitive e affective mimetics (Kujala & Saariluoma, 2018; Silvennoinen & Saariluoma, 2021) rappresentano i principi chiave per strutturare spazi immersivi che non si limitino a replicare la realtà fisica, ma che si adattino ai processi percettivi, decisionali ed emozionali dell'utente. Il crowding effect ha dimostrato come la percezione dello spazio e della distanza interpersonale nel Metaverso non è dettata solo da fattori tecnologici, ma da schemi cognitivi ed emotivi preesistenti. Questo significa che la progettazione del Metaverso deve partire dalla comprensione di come gli utenti interpretano, reagiscono e si adattano all'ambiente reale, affinché l'esperienza immersiva possa essere efficace, intuitiva e socialmente significativa, e adattarsi alla loro modalità di pensiero, risposta emotiva e comportamento.

In sintesi, il capitolo 1 ha delineato l'evoluzione del concetto di Metaverso, evidenziando la convergenza tra tecnologie emergenti - realtà virtuale, realtà aumentata, blockchain e intelligenza artificiale - e le dimensioni sociali e cognitive dell'esperienza digitale. L'architettura del Metaverso si basa su cinque caratteristiche fondamentali: persistenza, immersività, socialità, decentralizzazione e interoperabilità, elementi che ne determinano il funzionamento e le potenzialità applicative. È stato analizzato il ruolo delle tecnologie abilitanti, dai mondi virtuali (VR) alle tecnologie integrative di AR, lifelogging e mirror worlds, che rendono possibile la costruzione di ambienti immersivi condivisi.

Ciò che rende tuttavia il Metaverso uno spazio virtuale di interazioni sociali ed economiche è l'implementazione tecnica di blockchain e NFT. La blockchain introduce meccanismi di decentralizzazione fondamentali nella gestione della governance e degli scambi economici, mentre gli NFT ridefiniscono il concetto di proprietà nel digitale, consentendo la

compravendita di asset virtuali con valore economico tangibile e impatti sul piano culturale e sociale. Comprendere questi strumenti risulta essenziale per valutare l'impatto trasformativo del Metaverso in ambiti quali finanza, arte, intrattenimento e formazione.

Parallelamente, il capitolo ha approfondito le dinamiche di interazione sociale, sottolineando il primario ruolo degli avatar nella costruzione dell'identità digitale. I concetti di presence e co-presence (insieme a quelli di agency ed embodiment) si sono rivelati determinanti nel definire il grado di coinvolgimento e autenticità percepita e di come il soggetto viva ed esperisca questi spazi sociali. Sono stati inoltre esaminati i processi cognitivi ed emotivi coinvolti nell'esperienza immersiva, con particolare attenzione al crowding effect, come esempio paradigmatico di studio di questi meccanismi. In questo contesto, la prospettiva del cognitive mimetics e affective mimetics ha evidenziato un ruolo centrale per la costruzione di universi digitali immersivi che siano "*tailor-made"* e strutturati sui processi percettivi e di comportamenti degli utenti.

Questa analisi teorica costituisce la base per il Capitolo 2, in cui verranno esaminate le applicazioni concrete del Metaverso in settori chiave come educazione, salute, sport, fino a cinema, musei e broadcasting. Verrà inoltre fornito un deep dive dei processi di gamification e gamblification, e dei trend di monetizzazione forniti dall'arte digitale. Sarà infine proposto un focus specifico sulle applicazioni marketing del Metaverso, su cui si svilupperà il progetto sperimentale. Se il primo capitolo ha fornito quindi un quadro strutturale e concettuale degli ambienti immersivi, il secondo si focalizzerà, pur senza pretesa di esaustività e con una selezione mirata di casi studio specifici, sulle loro applicazioni concrete, mettendo in luce opportunità e criticità legate all'integrazione di queste tecnologie nei diversi contesti applicativi.

CAPITOLO 2: Il Metaverso e i suoi contesti applicativi

Dopo aver definito i fondamenti teorici e tecnologici del Metaverso, questo capitolo si concentra sulle modalità con cui tali principi trovano attuazione nei diversi ambiti applicativi. L'analisi prende in esame i settori in cui il Metaverso ha già avviato percorsi di sviluppo significativi, mostrando come le tecnologie immersive siano impiegate per trasformare pratiche consolidate e aprire nuove possibilità di interazione. In particolare, si approfondiranno esempi di applicazione nei campi dell'educazione, della salute e dello sport, dove l'adozione di ambienti virtuali consente esperienze di apprendimento, riabilitazione e intrattenimento potenziate. Successivamente l'analisi si concentrerà sui principali modelli di monetizzazione che sostengono attualmente tali ecosistemi, soffermandosi sui meccanismi di gamification, gamblification e sulla diffusione degli NFT come strumenti economici. Un'attenzione specifica sarà infine dedicata al marketing e alle strategie di brand engagement, con riferimento al virtual shopping e alle dinamiche cognitive ed emotive di relazione tra brand e consumatori. L'analisi delle trasformazioni nell'ambito della cultura visuale (cinema, musei e broadcasting) sarà infine proposta come chiave di rilettura critica dei diversi esempi riportati. Saranno infine messi in luce i limiti strutturali e le criticità ancora aperte: dall'accessibilità alla sostenibilità, fino alle implicazioni etiche. In tal modo, il capitolo 2 funge da collegamento tra la cornice teorica del primo capitolo e la mappatura empirica dei metaversi presentata nel capitolo 3.

2.1 Le applicazioni in termini di Educazione, Salute e Sport

L'impiego del Metaverso nei settori dell'educazione, della salute e dello sport, pur differenziandosi per finalità e contesti applicativi, è accomunato dalla centralità dell'interazione corporea e sensoriale che le tecnologie immersive rendono possibile e un primario focus sull'esperienza utente. Queste tecnologie (VR ed AR in particolare) permettono di ricreare scenari realistici, favorendo l'apprendimento esperienziale, potenziando l'efficacia di pratiche formative e terapeutiche e creando nuove forme di coinvolgimento dello spettatore in eventi sportivi.

Nel campo dell'istruzione, l'integrazione di ambienti virtuali consente di superare i limiti della didattica tradizionale, offrendo agli studenti esperienze interattive che rafforzano il coinvolgimento e la comprensione dei contenuti. In ambito sanitario invece, le tecnologie immersive trovano applicazione nella neuroriabilitazione e nelle terapie digitali, creando contesti controllati in cui i pazienti possono sviluppare o recuperare abilità motorie e cognitive. Infine, nel settore sportivo, il Metaverso è impiegato sia nella preparazione

atletica sia nell'intrattenimento e nella fruizione degli eventi, ridefinendo le modalità di interazione tra atleti, pubblico e industria dello sport. Le sezioni successive approfondiranno queste applicazioni, delineando dapprima un quadro teorico di riferimento e presentando, in seguito, modelli sperimentali che ne evidenziano le potenzialità e i limiti.

2.1.1 Educazione e formazione: Innovazioni nell'apprendimento immersivo

L'introduzione del Metaverso in ambito educativo/formativo rappresenta una trasformazione radicale nel modo in cui è concepita l'esperienza di apprendimento. Non si tratta infatti di un semplice ampliamento delle tecnologie digitali applicate alla didattica (come avvenuto nei periodi di lockdown con l'adozione dello smart learning), ma di una riconfigurazione profonda dell'ambiente formativo, che diviene interattivo, immersivo e potenzialmente personalizzabile in ogni suo aspetto, a seconda delle preferenze ed esigenze dell'utente.

Il Metaverso, in questo contesto applicativo, può essere definito come un *ecosistema di apprendimento potenziato da tecnologie immersive*, che integrano elementi del mondo reale e virtuale, consentendo agli studenti di partecipare ad attività didattiche senza le limitazioni spaziali e temporali tipiche della formazione tradizionale. Come si evince dall'infografica (figura 27: (X. Zhang et al., 2022)), il ruolo dell'avatar, centrale nelle esperienze immersive, è fondamentale anche in questo specifico scenario di utilizzo, fungendo da mediatore tra il soggetto e l'ambiente virtuale, e consentendo agli studenti di partecipare attivamente all'apprendimento. La presenza di intelligenze artificiali che animano personaggi NPC, scenari immersivi, strumenti di lifelogging e analisi dei dati consente di raccogliere informazioni sui progressi degli studenti, adattando dinamicamente le esperienze di apprendimento in base agli specifici needs.

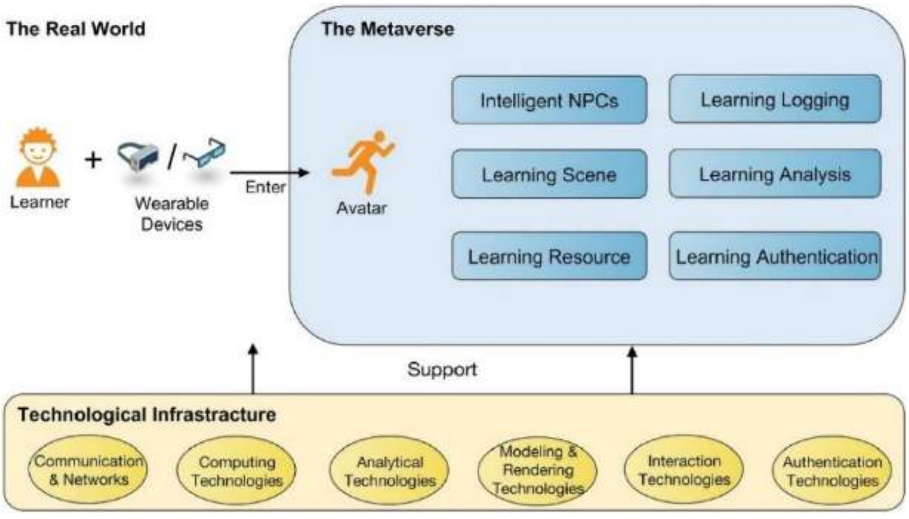


Figura 27: Il framework di funzionamento del Metaverso in ambito educativo (X. Zhang et al., 2022)

L’adozione del Metaverso e di ambienti immersivi implica quindi una ristrutturazione profonda del concetto di apprendimento, e non una semplice trasposizione digitale della formazione scolastica tradizionale. Un esempio concreto di applicazione è rappresentato dal corso “Virtual People” della Stanford University, in cui gli studenti hanno partecipato a lezioni immersive combinando l’uso di Zoom e della piattaforma ENGAGE (figura 28).



Figura 28: Sezione di discussione del corso “Virtual People” nel Metaverso (Stanford University, 2021).

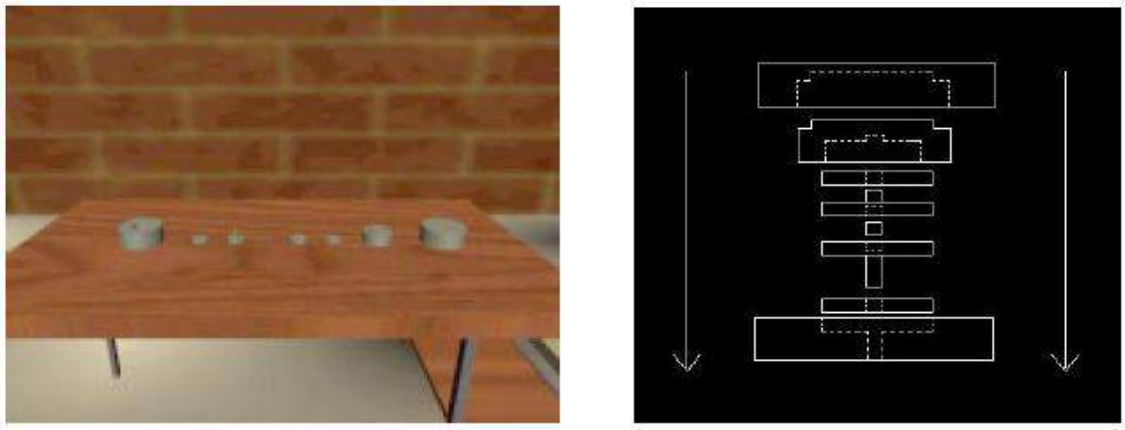
Questo primo trial applicativo ha dimostrato come l’*apprendimento blended*, ossia in cui si integrano forme tradizionali con forme digitali di apprendimento/formazione, possa essere arricchito grazie al Metaverso, risolvendo alcune criticità tipiche della didattica a distanza, come la perdita di interazione e il senso di isolamento, riportati più volte da studenti e insegnanti proprio durante il periodo pandemico. Attraverso la partecipazione a dibattiti, simulazioni e attività di gruppo in ambienti virtuali, gli studenti sperimentano un coinvolgimento attivo e un’interazione più naturale, rispetto alle tradizionali videoconferenze. Il senso di presenza e co-presenza (Slater, 2009; Bulu, 2012), come visto nel precedente capitolo, fornisce infatti all’utente la sensazione di condividere virtualmente uno spazio di formazione, così come si condivide lo spazio di un’aula scolastica, portando a un miglioramento nell’apprendimento sia rispetto alla didattica tradizionale sia rispetto allo smart learning.

Il Metaverso trova un'ulteriore applicazione anche nei laboratori virtuali, dove le tecnologie di modellazione e rendering permettono di replicare esperimenti complessi o rischiosi, superando vincoli economici, di sicurezza e logistici. La creazione di ambienti immersivi di apprendimento permette di condurre simulazioni scientifiche in condizioni impossibili o

difficili da ricreare nel mondo reale, offrendo agli studenti la possibilità di ripetere le prove senza costi aggiuntivi, favorendo così un apprendimento più efficace e un consolidamento di conoscenze e competenze.
Anche l'insegnamento delle lingue potrebbe beneficiare dell'ambiente immersivo del Metaverso (X. Zhang et al., 2022), permettendo agli studenti di esercitarsi in conversazioni autentiche con NPC intelligenti (animati da AI) o altri partecipanti. Questo approccio colma la mancanza di interazioni pratiche tipica della didattica tradizionale, migliorando la fluidità e la comprensione linguistica attraverso esperienze realistiche e coinvolgenti (andando oltre la fruizione "passiva" di un contenuto video o audio). Un settore particolarmente promettente infine è la formazione professionale, come dimostrato dal caso dello SNU Bundang Hospital, dove la simulazione di un intervento chirurgico in realtà estesa ha consentito ai partecipanti di osservare in alta definizione l'operazione "come se" fossero fisicamente presenti in sala operatoria. Similmente, gli studenti di medicina o infermieristica possono esercitarsi su pazienti virtuali, acquisendo esperienza pratica in scenari realistici prima di entrare in contatto con pazienti reali.

Gli esempi precedentemente illustrati, sull'uso degli ambienti virtuali nella didattica, permettono di comprendere le basi tecnologiche su cui si è sviluppato il concetto di '*Metaverso educativo'* (*Eduverse*). Tuttavia, prima di considerare il suo attuale sviluppo come ecosistema complesso, in cui l'immersione si integra con interazioni sociali e dinamiche collaborative, è fondamentale esaminare i primi studi sperimentali per comprendere l'impatto specifico della dimensione immersiva sull'apprendimento.
In questo senso, lo studio di (Boud et al., 1999) costituisce un riferimento essenziale per valutare il ruolo della realtà virtuale (VR) e della realtà aumentata (AR) nei processi di acquisizione di competenze. L'esperimento, condotto presso l'Università di Birmingham, aveva l'obiettivo di confrontare l'efficacia di diversi metodi di istruzione nel supportare l'assemblaggio di una pompa ad acqua. Sono state testate cinque condizioni sperimentali: istruzioni tradizionali tramite disegni ingegneristici, tre modalità di realtà virtuale (desktop, stereoscopica e immersiva) e un sistema di realtà aumentata (AR). Il campione era costituito da 25 studenti di ingegneria, tutti con familiarità con i disegni tecnici, ma privi di esperienza pregressa con VR e AR. Ai partecipanti è stato assegnato un tempo prestabilito per esaminare le istruzioni fornite nella modalità assegnata, per poi procedere con l'assemblaggio reale della pompa. I tempi di completamento dell'attività sono stati

registrati al fine di valutare l'impatto delle diverse tecnologie sul processo di apprendimento.



(a) (b)

Figura 29: Costruzione in VR (a) e in realtà aumentata (b) della pompa idraulica (Boud et al., 1999).

I risultati mostrano come le condizioni VR e AR abbiano permesso un miglioramento delle performance rispetto all'uso di istruzioni tradizionali bidimensionali. In particolare:

- la VR immersiva ha mostrato una maggiore intuitività nell'apprendimento delle sequenze di assemblaggio, grazie alla possibilità di manipolare oggetti virtuali in uno spazio tridimensionale. Tuttavia, non sono emerse differenze statisticamente significative tra le diverse configurazioni di VR, suggerendo che il livello di immersione potrebbe non essere un fattore determinante per attività di questo tipo.
- L'AR, invece, si è dimostrata altrettanto efficace, con il vantaggio di integrare informazioni supplementari direttamente nel contesto fisico, rendendo l'apprendimento più immediato e favorendo il trasferimento delle competenze al mondo reale.

L'analisi qualitativa dei feedback degli studenti ha tuttavia evidenziato alcune limitazioni della VR, in particolare la mancanza di feedback tattili e l'uso di un solo arto per le interazioni, in contrasto con la manipolazione naturale di entrambe le mani nella realtà fisica. Questi elementi hanno reso la VR meno efficace rispetto all'AR per il training pratico, poiché quest'ultima (AR) consente un'interazione diretta con gli oggetti fisici, migliorando la transizione tra ambiente virtuale e reale. Pur analizzando VR e AR come strumenti di training operativo, e nonostante le limitazioni tecniche del periodo, lo studio di (Boud et al., 1999) evidenzia i vantaggi di un apprendimento immersivo, anticipando le potenzialità del Metaverso educativo per come è ad oggi concepito. Quest'ultimo non si limita infatti a una mera dimensione immersiva (come avvenuto per lo studio di Boud), ma

si struttura su un'imprescindibile componente sociale e collaborativa che necessita di ulteriori approfondimenti. Per comprendere i fattori che favoriscono o ostacolano l'adozione di un Eduverse (Metaverso educativo), è necessario esaminare studi più recenti che indagano non solo l'efficacia degli ambienti virtuali, ma anche le dinamiche di interazione e coinvolgimento degli utenti.

Lo studio (Z. Teng et al., 2022) esamina i fattori che influenzano l'intention to use del Metaverso come strumento di apprendimento, adottando il modello UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) come cornice teorica di riferimento. Il modello UTAUT, sviluppato da (Venkatesh et al., 2003), è tra i modelli più consolidati per lo studio dell'adozione delle tecnologie digitali e si basa su quattro costrutti principali: la Performance Expectancy, l'Effort Expectancy, la Social Influence e le Facilitating Conditions. La *Performance Expectancy* (*PE*) rappresenta il grado con cui l'utente ritiene che l'utilizzo della tecnologia possa migliorare le proprie prestazioni, mentre l'*Effort Expectancy* (*EE*) riguarda la percezione della facilità d'uso della piattaforma e il livello di sforzo richiesto per interagire con essa, aspetto particolarmente rilevante per l'adozione di ambienti digitali avanzati da parte di studenti con competenze tecnologiche differenziate.
La *Social Influence* (*SI*) indica invece l'influenza esercitata dalle opinioni di altri (in questo caso docenti, colleghi e istituzioni accademiche) sull'intenzione di utilizzo, mentre le *Facilitating Conditions* (*FC*) si riferiscono alla disponibilità di risorse e supporti tecnici che possano agevolare l'uso della tecnologia. In aggiunta ai quattro fattori del modello UTAUT, lo studio (Z. Teng et al., 2022) introduce il *Perceived Risk* (*PR*), ossia le preoccupazioni legate alla sicurezza dei dati personali e alla tutela della privacy. Sulla base di questa cornice teorica, gli autori ipotizzano che:

- la Performance Expectancy (*PE*) abbia un effetto positivo sulla soddisfazione degli studenti: chi percepisce l'Eduverse - una piattaforma educativa basata sul Metaverso che offre ambienti virtuali immersivi e interattivi per l'apprendimento - come un supporto efficace per l'apprendimento, sarà più soddisfatto del suo utilizzo (H1).
- l'Effort Expectancy (*EE*) incida positivamente sulla soddisfazione, poiché una piattaforma intuitiva e accessibile (e che richieda quindi un minore sforzo) favorisca un'esperienza d'uso più fluida e gratificante (H2).
- la Social Influence (*SI*) abbia un impatto positivo sulla soddisfazione degli studenti, assumendo che l'approvazione e la promozione dell'Eduverse da parte di docenti, colleghi o istituzioni accademiche ne rafforzino la percezione di valore (H3)

- le Facilitating Conditions (*FC*) influenzino positivamente la soddisfazione, suggerendo che la disponibilità di supporto tecnico, risorse adeguate e un'infrastruttura stabile migliori l'esperienza complessiva degli utenti (H4).
- la *soddisfazione* rappresenti un predittore dell'intenzione di utilizzo continuativo: un'esperienza positiva con l'Eduverse dovrebbe infatti incoraggiare gli studenti a impiegarlo con maggiore frequenza nel lungo periodo (H5).
- Infine, che il Perceived Risk (*PR*) agisca come fattore inibitore, in quanto la percezione di rischi legati alla sicurezza dei dati personali e alla privacy dovrebbe ridurre significativamente l'intenzione d'uso continuativo della piattaforma (H6).

Per verificare queste ipotesi è stato condotto un field CAWI su un campione di 495 studenti universitari cinesi, a cui è stata mostrata una sessione dimostrativa della piattaforma Eduverse seguita dalla compilazione di un questionario. L'analisi dei dati, effettuata tramite Structural Equation Modeling (SEM), ha confermato come tutti i fattori previsti dal modello UTAUT esercitino un'influenza significativa sulla soddisfazione e sull'intenzione di utilizzo continuativo della piattaforma, come illustrato nella tabella seguente.

Ipotesi	Percorso	Stima	P	Risultato
H1	PE → S	0.234	0.000	ACCETTATA
H2	EE → S	0.168	0.003	ACCETTATA
H3	SI → S	0.210	0.000	ACCETTATA
H4	FC → S	0.321	0.000	ACCETTATA
H5	S → UI	0.523	0.000	ACCETTATA
H6	PR → UI	-0.897 (rischio percepito) vs 0.323 (nessun rischio percepito)		ACCETTATA

Tavola 30.1: Risultati della ricerca di (Z. Teng et al., 2022)

La soddisfazione degli studenti emerge come un elemento centrale nell'adozione di un Metaverso educativo ed è significativamente influenzata da quattro fattori. La Performance Expectancy esercita un effetto positivo sulla soddisfazione ($\beta = 0.234$, $p < 0.001$), indicando come all'aumentare della percezione dell'efficacia di un Metaverso come strumento di apprendimento, aumenti anche il grado di soddisfazione degli studenti. Analogamente, la Effort Expectancy mostra un impatto positivo ($\beta = 0.168$, $p = 0.003$), suggerendo come una piattaforma intuitiva e di facile utilizzo favorisca una maggiore accettazione da parte degli studenti. Anche la Social Influence incide significativamente sulla soddisfazione ($\beta = 0.210$, $p < 0.001$), evidenziando come il supporto e la promozione da parte di docenti e colleghi contribuiscano a rafforzare la percezione positiva della piattaforma e, di conseguenza, la sua adozione. Tuttavia, il fattore con l'effetto più marcato è rappresentato

dalle Facilitating Conditions ($\beta = 0.321$, $p < 0.001$), a dimostrazione che la disponibilità di risorse tecniche e il supporto istituzionale giocano un ruolo determinante nel garantire un'implementazione efficace di un ambiente educativo virtuale.
A sua volta, la soddisfazione si conferma un predittore significativo dell'intenzione di utilizzo continuativo ($\beta = 0.523$, $p < 0.001$), mostrando come un'esperienza positiva con un Metaverso educativo sia il principale fattore determinante per la sua adozione stabile nel tempo. Al contrario, il rischio percepito presenta un effetto negativo significativo sulla intention to use. L'analisi ha confrontato la media delle risposte degli studenti prima e dopo aver ricevuto informazioni sui potenziali rischi legati alla gestione dei dati personali, evidenziando una riduzione marcata dell'intenzione di utilizzo (da $M = -0.323$ a $M = -0.897$). Il test t per campioni appaiati ha confermato questa differenza ($t = 5.197$, $p < 0.05$), dimostrando come una maggiore consapevolezza delle implicazioni legate alla sicurezza dei dati riduca significativamente la propensione degli studenti a continuare a utilizzare queste piattaforme nel tempo. I risultati appena discussi dimostrano come sia cruciale, per favorire l'adozione di un Metaverso educativo nelle istituzioni accademiche, un approccio strategico che migliori accessibilità, facilità d'uso e sicurezza dei dati. Investire in infrastrutture, formazione e sensibilizzazione sulla privacy può ridurre le barriere all'adozione e consolidare il Metaverso come strumento didattico innovativo.

Il modello UTAUT (Venkatesh et al., 2003) fornisce un quadro teorico sui fattori che influenzano l'adozione del Metaverso educativo, ma non ne valuta tuttavia l'effettivo valore pedagogico. Comprendere in che misura gli ambienti immersivi possano integrarsi, supportare e potenziare le metodologie didattiche tradizionali, come l'insegnamento frontale e l'apprendimento basato su testi e video, rappresenta un passaggio essenziale per determinare il ruolo nevralgico di questa tecnologia nell'evoluzione dei modelli educativi (Makransky & Mayer, 2022). L'obiettivo dello studio è verificare se l'uso di ambienti virtuali immersivi, rispetto a strumenti più tradizionali come video bidimensionali, possa migliorare il coinvolgimento degli studenti e la loro capacità di ricordare le informazioni nel breve e lungo periodo. Il campione è composto da 102 studenti di scuola media, provenienti da diversi paesi europei, suddivisi in due gruppi sperimentali. Un gruppo ha partecipato a un'esperienza di viaggio virtuale in Groenlandia utilizzando un visore per la realtà virtuale (Head-Mounted Display, HMD), mentre il gruppo di controllo ha seguito lo stesso contenuto in formato video 2D.

L'intervento educativo era parte di un modulo di sei lezioni sul cambiamento climatico, strutturato secondo l'approccio Inquiry-Based Science Learning (IBSL), che incoraggia l'apprendimento attraverso l'indagine e la scoperta attiva. In questo contesto, l'esperienza virtuale è stata utilizzata come attività introduttiva con l'obiettivo di stimolare l'interesse e la motivazione degli studenti, coinvolgendoli direttamente nell'osservazione degli effetti del cambiamento climatico in un ambiente immersivo.



Figura 30.2: Esperienza di apprendimento VR sul tema del climate change (Makransky & Mayer, 2022).

Per valutare l'efficacia dell'intervento di apprendimento immersivo rispetto alla condizione di controllo, i ricercatori hanno adottato un disegno sperimentale a misure ripetute (Girden, 1992), raccogliendo dati attraverso questionari pre e post-intervento, oltre a un test immediato e un test ritardato per misurare la ritenzione delle informazioni rispettivamente alla fine della sessione e dopo circa tre settimane. Gli indicatori analizzati includevano il senso di presenza, il livello di interesse, il grado di enjoyment e la capacità di ritenzione delle informazioni. Il modello prevede 9 ipotesi, riassunte in Figura 31.1.

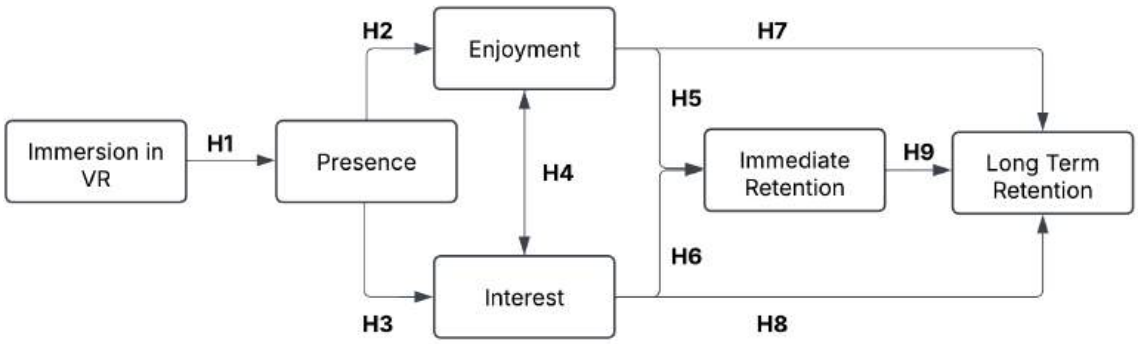


Figura 31.1: Le ipotesi di ricerca sull'impatto della VR nell'apprendimento (Makransky & Mayer, 2022).

In dettaglio:

- L'ipotesi *H1* postula che l'utilizzo della VR incida direttamente sulla percezione di presenza negli studenti. Tale assunzione si fonda, come visto nel primo capitolo, sull'idea che un ambiente immersivo amplifichi la sensazione di essere fisicamente presenti nel contesto di apprendimento rispetto ai media tradizionali.
- Le ipotesi *H2 e H3* rimarcano il ruolo della presenza percepita nel migliorare l'esperienza educativa, influenzando rispettivamente il livello di gradimento (H2) e di interesse verso l'argomento trattato (H3). Queste ipotesi risultano coerenti con quanto discusso in precedenza riguardo all'impatto della presenza nell'aumento del livello di engagement (X. Zhang et al., 2022). L'ipotesi *H4* suggerisce inoltre che soddisfazione e interesse (enjoyment e interest) siano positivamente correlate.
- H5, H6, H7 e H8 suggeriscono che sia la soddisfazione (enjoyment) sia l'interesse abbiano un impatto positivo sulla ritenzione non solo immediata (*H5 ed H6*) ma anche a lungo termine (*H7 ed H8*). Un'esperienza educativa coinvolgente e appagante, così come un forte interesse per l'argomento trattato, dovrebbero facilitare l'acquisizione e il consolidamento delle informazioni, migliorando la memorizzazione sia nel breve che nel lungo periodo.
- Infine, *H9* postula che la ritenzione immediata rappresenti un predittore diretto della ritenzione a lungo termine (LTM), confermando come le conoscenze apprese e consolidate nel breve periodo abbiano maggiori probabilità di essere mantenute nel tempo, contribuendo a un apprendimento più stabile e duraturo

L'analisi fra gruppi evidenzia differenze significative tra chi ha utilizzato l'HMD e chi invece ha fruito il contenuto in formato video bidimensionale:

Misura	Gruppo HMD: Media (SD)	Gruppo Video 2D: Media (SD)	Significatività (p)	d
Presence	4.18 (0.74)	2.91 (1.01)	$p < .001$	1.43
Enjoyment	4.65 (0.63)	3.58 (1.22)	$p < .001$	1.10
Interest	4.06 (0.76)	3.45 (1.31)	$p = .003$	0.57
Immediate post-test	18.29 (4.04)	15.57 (4.83)	$p = .001$	0.61
Delayed post-test	18.9 (4.35)	15.64 (4.97)	$p < .001$	0.70

Tavola 31.2: I risultati in merito ad apprendimento immersivo vs. video 2d (Makransky e Mayer, 2022).

In primo luogo, il gruppo HMD ha riportato livelli di presenza (Presence) significativamente più elevati rispetto al gruppo video 2D ($M = 4.18$, $SD = 0.74$ vs. $M = 2.91$, $SD = 1.01$), con una differenza significativa ($t(100) = 7.171$, $p < 0.001$, $d = 1.43$).

Questo risultato conferma come l'ambiente immersivo sia in grado di aumentare la sensazione di presenza negli studenti, favorendo un'esperienza più coinvolgente. Anche il livello di enjoyment per l'esperienza risulta significativamente più elevato per il gruppo HMD ($M = 4.65$, $SD = 0.63$) rispetto al gruppo video ($M = 3.58$, $SD = 1.22$), con un effetto di grande entità ($t(100) = 7.171$, $p < 0.001$, $d = 1.10$). L'analisi dei livelli di interesse infine ha mostrato una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi ($M = 4.06$, $SD = 0.76$ vs. $M = 3.45$, $SD = 1.31$), sebbene con una dimensione dell'effetto più contenuta ($t(100) = 2.856$, $p = 0.003$, $d = 0.57$). Questi dati suggeriscono che l'utilizzo di strumenti immersivi possa rendere l'apprendimento più piacevole e gratificante, aumentando il coinvolgimento degli studenti rispetto a contenuti digitali "tradizionali" (video 2D).
L'impatto non è tuttavia legato al semplice coinvolgimento ma anche ad effettive differenze in termini di ritenzione delle informazioni. Il gruppo HMD ha ottenuto punteggi significativamente più alti sia nel test di recall immediato ($M = 18.29$, $SD = 4.04$) rispetto al gruppo di controllo ($M = 15.57$, $SD = 4.83$; $t(100) = 3.072$, $p = 0.001$, $d = 0.61$), sia nel test ritardato a distanza di tre settimane ($M = 18.9$, $SD = 4.35$ vs. $M = 15.64$, $SD = 4.97$; $t(100) = 3.507$, $p < 0.001$, $d = 0.70$). La differenza nei punteggi suggerisce come l'ambiente immersivo non solo faciliti l'acquisizione immediata delle conoscenze, ma ne favorisca anche il consolidamento nel tempo. Questo effetto sembra essere parzialmente mediato dalla maggiore intensità dell'esperienza emotiva, che contribuisce sia alla memorizzazione immediata sia al successivo mantenimento delle informazioni (Sacco & Sacchetti, 2010).

Alla luce del modello teorico (figura 31.1) sono state indagate le relazioni fra i diversi fattori presi in esame. L'ipotesi H1 è stata confermata, dimostrando come l'uso della realtà virtuale con visore generi livelli significativamente più elevati di presenza percepita rispetto ai video bidimensionali ($\beta = 1.212$, $p < 0.001$). La presenza si è rivelata un antecedente significativo sia dell'enjoyment (H2, $\beta = 0.799$, $p < 0.001$) sia dell'interesse (H3, $\beta = 0.540$, $p < 0.001$), confermando che un'esperienza immersiva aumenti non solo il senso di coinvolgimento nello spazio virtuale, ma anche le risposte cognitive di interesse al contenuto proposto. L'ipotesi H4 è stata confermata ($\beta = 0.248$, $p = 0.005$), suggerendo che le due dimensioni (affettive di enjoyment e cognitiva di interesse) siano interconnesse nel processo di apprendimento. La loro influenza sulla ritenzione delle informazioni segue tuttavia *due percorsi distinti*:

- Il primo, legato al enjoyment (H5-H7), ha mostrato che questo predice significativamente la ritenzione immediata (H5, $\beta = 1.563$, $p = 0.002$), ma non quella a

lungo termine (H7, $\beta = -0.302$, $p = 0.409$). Questo risultato indica che un'esperienza educativa piacevole facilita l'acquisizione immediata delle conoscenze, ma non ne garantisca il consolidamento nel tempo.

- Il secondo percorso, legato all'interesse (H6-H8), ha evidenziato, al contrario, che l'interesse non mostri un impatto significativo sulla ritenzione immediata (H6, $\beta = 0.357$, $p = 0.452$), ma risulta un forte predittore della ritenzione a lungo termine (H8, $\beta = 1.294$, $p < 0.001$). Questo dato suggerisce come l'interesse verso il contenuto favorisca una rielaborazione più profonda delle informazioni, permettendone un mantenimento duraturo nella memoria.

Infine, l'ipotesi H9 è stata confermata, evidenziando una relazione diretta tra la ritenzione a breve e a lungo termine ($\beta = 0.739$, $p < 0.001$), indicando come le informazioni apprese con successo nel breve periodo abbiano maggiori probabilità di essere consolidate nella LTM.

Nel corso di questa sezione è stato delineato un percorso che, partendo dai primi studi sperimentali sulle esperienze immersive in realtà virtuale, ha consentito di comprendere il potenziale di questa tecnologia per il settore educativo. I contributi pionieristici di Boud (Boud et al., 1999) hanno fornito le basi tecniche per l'analisi delle dinamiche di apprendimento esperienziale, evidenziando come le simulazioni immersive possano facilitare il consolidamento delle conoscenze attraverso un "learn by doing" più coinvolgente per lo studente. Lo studio di Teng (Z. Teng et al., 2022) ha evidenziato come l'adozione della realtà virtuale da parte degli studenti sia guidata dalla percezione di utilità, dalla familiarità con le tecnologie immersive e dalla qualità dell'esperienza offerta. Tuttavia, persistono barriere significative, tra cui il costo elevato, la scarsa formazione di studenti e docenti, oltre al rischio di un possibile sovraccarico cognitivo: aspetto cruciale della user experience come visto nel primo capitolo. Lo studio di Makransky (Makransky & Mayer, 2022) ha confermato infine l'impatto positivo sul processo di apprendimento. La possibilità di esplorare ambienti virtuali facilita l'interazione attiva con i contenuti, rendendo l'apprendimento più efficace, con un mantenimento delle informazioni anche nel lungo periodo.

A partire da questi risultati, si rende necessario ampliare la prospettiva, spostando l'attenzione sul secondo attore chiave del processo di apprendimento: gli insegnanti, che rappresentano i principali mediatori nell'integrazione della realtà virtuale nella didattica.

(Alalwan et al., 2020). Lo studio si inserisce in questo quadro teorico, adottando un approccio qualitativo per esplorare le sfide e le prospettive di utilizzo del Metaverso in questo settore, realizzando 29 interviste semi-strutturate con un campione di insegnanti di scienze selezionati e qualificati. Gli strumenti di raccolta dati comprendevano domande aperte focalizzate su diversi aspetti dell'uso delle tecnologie immersive, includendo variabili socio-demografiche, quesiti preliminari sull'uso della tecnologia in classe e sulla familiarità con VR e AR, oltre a dodici domande semi-strutturate volte a esplorare la percezione dell'utilità, le difficoltà tecniche e pedagogiche e i benefici per l'apprendimento. Le interviste sono state condotte nell'arco di otto settimane, registrate, trascritte e analizzate mediante il software ATLAS.ti, indagando quattro temi: le sfide legate all'uso della VR, le sfide legate all'uso dell'AR, le prospettive della VR e le prospettive dell'AR.

I risultati mostrano come l'adozione della VR in classe sia ostacolata da diverse barriere, tra cui, la più significativa, è la scarsità di risorse tecnologiche e infrastrutturali, segnalata dal 100% degli insegnanti. La mancanza di dispositivi adeguati e connessioni Internet stabili, oltre ad un supporto tecnico limitato rappresentano elementi critici che ostacolano l'integrazione della VR nei contesti scolastici. Il 62,5% degli insegnanti ha inoltre evidenziato una carenza di competenze tecnologiche tra gli studenti, rendendo complessa l'implementazione della VR, soprattutto nei primi anni della scuola primaria. Il 50% ha sottolineato inoltre le limitazioni nella progettazione didattica, rilevando come i contenuti disponibili non sempre si adattino al curriculum scolastico, e spesso manchino strumenti di valutazione specifici. Il 43,75% ha inoltre segnalato la mancanza di tempo come un fattore critico, poiché integrare sessioni in VR all'interno di programmi scolastici già strutturati risulta complesso. Altre problematiche emerse riguardano la difficoltà nel mantenere l'attenzione degli studenti (31,25%), i possibili effetti negativi sulla salute derivanti da un uso prolungato della tecnologia (37,5%) e la mancanza di supporto dei genitori (25%).

Anche l'adozione dell'AR presenta ostacoli significativi. Il 50% degli insegnanti ha identificato nella politica BYOD (Bring Your Own Device) una barriera rilevante, poiché in molte scuole gli studenti non sono autorizzati a portare dispositivi personali, riducendo le opportunità di utilizzo dell'AR in classe. Il 31,25% ha segnalato inoltre la scarsità di risorse ambientali, osservando che, sebbene l'AR richieda meno infrastrutture rispetto alla VR, necessita comunque di dispositivi adeguati e di un supporto tecnico efficace. Il 18,75% ha inoltre espresso preoccupazione per la limitata progettazione didattica, mentre il 12,5% ha evidenziato problemi legati alla capacità degli studenti di mantenere l'attenzione e alla necessità di maggiori competenze tecnologiche. Inoltre, il 31,25% degli insegnanti ha

osservato come l'interesse degli studenti per l'AR tenda a diminuire nel tempo, suggerendo come la tecnologia, se non adeguatamente integrata nei percorsi didattici, rischia di perdere la sua efficacia educativa dopo i primi momenti di hype e coinvolgimento emotivo.
Lo studio ha tuttavia evidenziato anche le opportunità offerte dalla VR ed AR per l'insegnamento delle scienze. Il 93,75% degli insegnanti ha riconosciuto il potenziale della VR nel promuovere il comportamento esplorativo degli studenti, offrendo esperienze immersive e interattive che stimolino la curiosità e facilitino la comprensione di concetti astratti. L'81,25% ha sottolineato l'utilità della VR per incrementare la motivazione e rendere l'apprendimento più coinvolgente, mentre il 93,75% ha evidenziato il suo ruolo nel favorire lo sviluppo di un atteggiamento positivo verso lo studio delle scienze.
Anche l'AR è stata riconosciuta come una tecnologia con un elevato potenziale educativo. Il 93,75% degli insegnanti ha evidenziato come l'AR possa migliorare la percezione di utilità, grazie alla possibilità di integrare elementi digitali nel mondo reale e arricchire l'esperienza di apprendimento con contenuti visivi interattivi. Il 68,75% ha osservato inoltre come l'AR possa favorire il comportamento esplorativo, mentre il 56,25% ha indicato come possa contribuire a colmare la carenza di risorse fisiche nelle scuole, consentendo agli studenti di accedere a materiali didattici digitali senza la necessità di laboratori attrezzati. Il 68,75% ha infine evidenziato come l'AR sia più pratica rispetto alla VR, richiedendo meno infrastrutture e più facilmente integrabile nelle attività quotidiane.

Dall'analisi condotta il Metaverso si configura come una risorsa promettente per l'educazione, capace di arricchire l'apprendimento attraverso esperienze immersive che favoriscano la comprensione di concetti complessi, aumentando il coinvolgimento degli studenti. Tuttavia, la sua diffusione incontra ancora ostacoli significativi, tra cui limiti infrastrutturali, costi elevati, carenza di contenuti adeguati e necessità di formazione per docenti e studenti. Inoltre, la percezione di rischio legata alla privacy e alla sicurezza dei dati rappresenta un ulteriore freno all'adozione su larga scala. Perché il Metaverso possa integrarsi efficacemente nei metodi di insegnamento tradizionali, è necessario un approccio strategico che includa investimenti in infrastrutture, sviluppo di contenuti didattici mirati e programmi di formazione. Un'adozione graduale e supportata da politiche adeguate potrebbe favorirne un utilizzo consapevole e sostenibile nel tempo. Andando oltre l'ambito educativo, le tecnologie immersive trovano applicazioni rilevanti anche nel settore sanitario e della neuroriabilitazione, dove la simulazione e la personalizzazione dell'esperienza possono avere un impatto concreto sui processi terapeutici e riabilitativi. La sezione

successiva analizzerà queste prospettive, approfondendo il ruolo della realtà virtuale e aumentata nella salute e nel benessere psicofisico.

2.1.2 Salute e neuroriabilitazione: le terapie immersive

A differenza della realtà virtuale, che si concentra sulla simulazione di ambienti immersivi, e della realtà aumentata, che sovrappone elementi digitali al mondo fisico, il Metaverso si configura come un ecosistema tridimensionale persistente e condiviso, in cui gli utenti possono interagire in tempo reale (non riducendosi alla mera adozione di singole tecnologie). Questa caratteristica lo rende particolarmente adatto all'ambito sanitario, dove la qualità della comunicazione tra pazienti e professionisti della salute è un fattore cruciale per migliorare l'efficacia della presa in carico ed ottimizzare l'aderenza terapeutica.

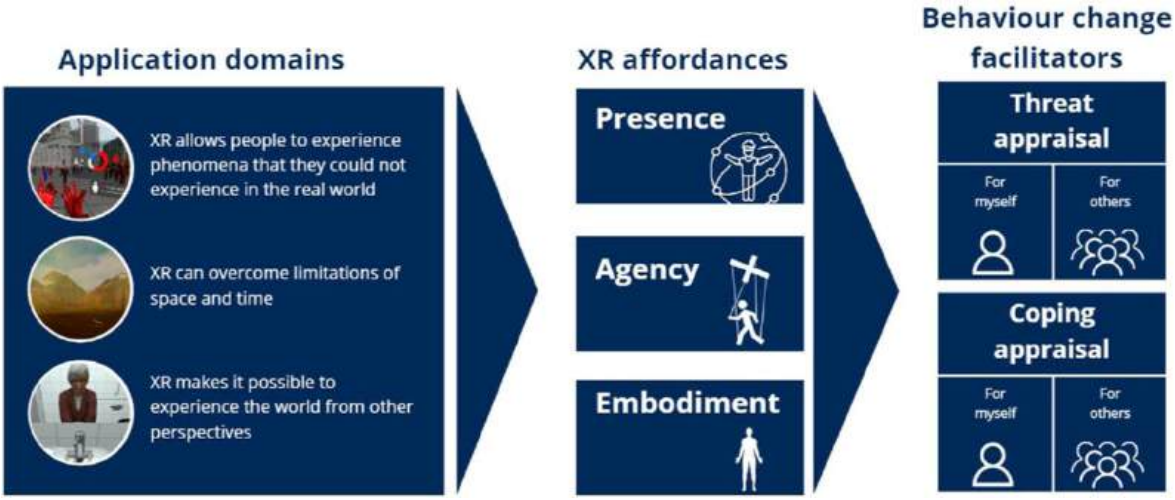


Figura 32: Il ruolo della XR in ambito sanitario (Plechatá et al., 2022).

L'*Extended Reality* (XR), che comprende la realtà virtuale, aumentata e mista pone il Metaverso in un ruolo centrale nella comunicazione e gestione della salute. Grazie alla capacità di creare ambienti immersivi e interattivi, l'XR consente di superare le tradizionali barriere di spazio e tempo, offrendo ai pazienti e ai professionisti sanitari nuove modalità di interazione e relazione. In questo contesto, la *Presence* (Slater, 1999; Singer & Witmer, 2004) diventa cruciale, poiché la percezione di essere realmente immersi in un ambiente virtuale facilita la comprensione delle condizioni mediche e delle procedure terapeutiche. L'*Agency* (Kilteni et al., 2012; Winkler et al., 2020), ovvero la possibilità di interagire direttamente con il contesto virtuale, favorisce inoltre il coinvolgimento attivo del paziente, migliorando l'aderenza ai trattamenti prescritti. L'*Embodiment* (Biocca, 1997; Zhipu, 2023), ossia l'integrazione tra percezione corporea e spazio virtuale, gioca infine un ruolo essenziale nella riabilitazione e nella gestione dello stress, aiutando i pazienti a sviluppare

una maggiore consapevolezza del proprio corpo e delle sue risposte fisiologiche (Plechatá et al., 2022).

Oltre alla comunicazione medico-paziente, l'XR si rivela inoltre, come precedentemente accennato, un potente strumento formativo per i professionisti della salute. La possibilità di simulare scenari clinici complessi in ambienti virtuali sicuri consente infatti di affinare competenze diagnostiche e terapeutiche senza esporre i pazienti a rischi reali, migliorando la capacità di intervento in situazioni di emergenza o particolare complessità. Questo approccio personalizzato aumenta la fiducia dei pazienti e degli operatori, potenziando l'efficacia delle terapie e delle strategie di trattamento.

I *Behaviour Change Facilitators*, come il Threat Appraisal e il Coping Appraisal, svolgono infine un ruolo cruciale nel promuovere comportamenti più consapevoli nella gestione della salute (Plechatá et al., 2022). Il *Threat Appraisal* si riferisce alla capacità del paziente di valutare la gravità della propria condizione. Grazie a simulazioni immersive, la realtà estesa consente di trasformare il rischio da concetto astratto a esperienza diretta: ad esempio, un paziente con diabete potrebbe visualizzare in tempo reale gli effetti a lungo termine della malattia su organi e tessuti, aumentando la percezione di vulnerabilità, e incentivando l'adozione di comportamenti preventivi. Il *Coping Appraisal*, invece, riguarda la fiducia nella propria capacità di gestire la malattia e aderire alle cure. Esperienze immersive, come simulazioni di fisioterapia virtuale per pazienti con ictus, permettono di osservare il progresso nel recupero motorio in un ambiente interattivo, rafforzando la convinzione di poter migliorare. Inoltre, il supporto di avatar medici personalizzati, che forniscono feedback in tempo reale sulle corrette modalità di esecuzione degli esercizi, può aumentare l'autoefficacia e il senso di controllo del paziente sul proprio stato di salute.

Questi processi, resi possibili dalla presenza immersiva, dall'agency e dall'embodiment tipici dell'XR, trasformano il modo in cui le persone vivono l'esperienza della cura. La possibilità di vivere scenari realistici, ricevere feedback personalizzati e simulare il successo delle strategie terapeutiche rende la medicina sempre più personalizzata, interattiva ed efficace, migliorando l'aderenza ai trattamenti e la qualità della vita complessiva.

Il Metaverso offre inoltre nuove possibilità anche nel campo della neuroriabilitazione, sfruttando la capacità del SNC (sistema nervoso centrale) di riorganizzarsi attraverso stimoli multisensoriali. La realtà virtuale e aumentata permettono infatti ai pazienti di esercitarsi in ambienti interattivi, in cui possono vedere e imitare movimenti corretti grazie

agli avatar digitali (Buhrmann et al., 2013; Meyer et al., 2019). Questo è particolarmente utile per chi, ad esempio, ha subito un ictus: un paziente con difficoltà a muovere un braccio potrebbero osservare il proprio avatar compiere il movimento corretto, attivando così i circuiti neurali associati alla motricità e favorendo il recupero (Calabrò et al., 2022). L'XR permetterebbe inoltre di personalizzare gli esercizi riabilitativi in tempo reale. Se un paziente avesse difficoltà a eseguire un determinato movimento, il sistema può ridurre la complessità dell'attività o fornire un supporto visivo e aptico. Questo adattamento continuo aiuta a mantenere l'esercizio alla giusta difficoltà, evitando frustrazione e mancanza di stimoli efficaci. Nei deficit cognitivi legati alla memoria e all'attenzione, ad esempio, ambienti virtuali possono simulare situazioni quotidiane come fare la spesa o attraversare la strada, allenando le capacità cognitive in un contesto realistico e sicuro.
Un altro vantaggio del Metaverso è la dimensione sociale e motivazionale. L'interazione in spazi virtuali condivisi permette ai pazienti di allenarsi insieme, riducendo il senso di isolamento, spesso associato ai percorsi riabilitativi. La gamification (che verrà approfondita nella sezione 2.2.1) può inoltre trasformare gli esercizi in sfide coinvolgenti, aumentando la motivazione e l'adesione al percorso terapeutico. Un paziente che debba migliorare la mobilità delle mani, per esempio, potrebbe essere coinvolto in un gioco di precisione in cui deve afferrare oggetti virtuali, rendendo l'attività più stimolante rispetto ad esercizi tradizionali di fisioterapia.
Infine, il Metaverso può ampliare l'accesso alle cure. I pazienti che vivono lontano dai centri specializzati potrebbero infatti partecipare a sessioni riabilitative immersive direttamente da casa, con il supporto di terapisti a distanza. Questo potrebbe rendere la riabilitazione più accessibile e sostenibile, riducendo le disparità geografiche nell'accesso ai trattamenti.

Un altro campo applicativo dell'XR (e del Metaverso in generale) risiede nel trattamento di disturbi psicologici. Le tecnologie immersive consentono infatti di creare ambienti altamente personalizzabili e interattivi, offrendo nuove opportunità terapeutiche per la gestione di ansia, stress, disturbi emotivi e altre problematiche psicologiche. Secondo Wang (X. Wang et al., 2022), la VR è particolarmente efficace nel facilitare pratiche di meditazione e mindfulness, contribuendo alla riduzione dei livelli di stress e migliorando il benessere psicologico complessivo. La capacità di ricreare scenari rilassanti e altamente immersivi permette agli utenti di isolarsi da stimoli esterni, favorendo una maggiore concentrazione e una più profonda consapevolezza interiore. La ricerca ha evidenziato

come la VR possa amplificare gli effetti benefici delle tecniche di mindfulness, potenziando la presenza, ovvero la sensazione di essere immersi nell'ambiente virtuale, e migliorando il rilassamento fisiologico attraverso interazioni multisensoriali.
L'applicazione della VR alla terapia per disturbi psicologici si estende anche alla riduzione dell'ansia sociale e alla gestione della depressione. Studi precedenti hanno dimostrato come l'uso della realtà virtuale in programmi di meditazione possa incrementare l'autoregolazione emotiva, e ridurre i sintomi associati a stati di tensione cronica. La possibilità di sperimentare ambienti controllati e sicuri, con il supporto di stimoli visivi, uditivi e tattili, contribuisce a una maggiore accettazione della terapia da parte dei pazienti, e ad una migliore adesione ai protocolli terapeutici. Il coinvolgimento di tecniche di biofeedback, come il monitoraggio della respirazione e della frequenza cardiaca, consente inoltre di personalizzare gli interventi terapeutici in base alle risposte fisiologiche dell'individuo, ottimizzando l'efficacia dell'intervento (X. Wang et al., 2022).
Un altro aspetto rilevante riguarda l'uso della VR per la gestione del trauma e del disturbo post-traumatico da stress (PTSD). L'esperienza immersiva, fornita dal Metaverso, può favorire una graduale esposizione agli eventi traumatici in un contesto controllato, consentendo ai pazienti di elaborare le proprie emozioni con il supporto di specialisti. I protocolli di esposizione virtuale sono stati sperimentati con successo in diverse popolazioni, dimostrando una significativa riduzione della sintomatologia post-traumatica. La possibilità di modulare l'intensità degli stimoli in base alle esigenze del paziente, e di integrare elementi di gamification per aumentare la motivazione, rappresentano un ulteriore vantaggio rispetto alle terapie convenzionali. Parallelamente, la ricerca di (X. Wang et al., 2022) evidenzia come la VR, applicata alla meditazione e alla mindfulness, possa essere utilizzata anche in contesti di prevenzione e promozione della salute mentale. L'accessibilità alle pratiche di rilassamento attraverso dispositivi immersivi consentirebbe di estendere i benefici della terapia a una popolazione più ampia, riducendo le barriere legate alla disponibilità di professionisti qualificati e alla necessità di un setting terapeutico fisico. L'integrazione del Metaverso nelle strategie di supporto psicologico apre dunque nuove prospettive per la *"telepsicologia"*, offrendo ai pazienti la possibilità di accedere a interventi personalizzati in qualsiasi momento e luogo.

Il concetto di *MEDVerse* rappresenta l'evoluzione di quanto ora descritto, ossia lo sviluppo di un Metaverso specificamente applicato all'ambito sanitario. A differenza della realtà virtuale tradizionale, il *MEDVerse* non si limita a simulazioni standardizzate, ma sviluppa

ambienti personalizzabili e interattivi, adattabili alle esigenze specifiche dei pazienti e dei professionisti sanitari (Cerasa et al., 2022). Questo approccio multidimensionale consente di superare le tradizionali barriere fisiche e cognitive, trasformando l'esperienza di cura e promuovendo modalità terapeutiche più coinvolgenti ed efficaci.
Come discusso, il Metaverso si rivela un potenziale strumento in diverse aree della salute. Nell'interazione medico-paziente facilita la comunicazione e l'educazione terapeutica attraverso esperienze immersive che migliorano la comprensione e l'aderenza ai trattamenti; nella neuroriabilitazione, la combinazione di dispositivi aptici e ambienti digitali interattivi favorisce il recupero motorio e cognitivo, con terapie personalizzate in base alle risposte del paziente. Infine, nel trattamento dei disturbi psicologici, il *MEDVerse* offre soluzioni innovative per la gestione di condizioni come ansia, dismorfismo corporeo e disturbi dello spettro autistico, sfruttando il paradigma dell'embodiment e della cognizione predittiva per modulare la percezione corporea e le risposte emotive.

Nonostante le promettenti applicazioni, l'adozione su larga scala di un *MEDVerse* necessita di ulteriori studi per validarne l'efficacia clinica e affrontare le sfide etiche ed economiche legate alla protezione dei dati sensibili e all'accessibilità tecnologica. Per approfondirne il potenziale terapeutico, si presenta ora uno studio sperimentale che analizza l'uso del Metaverso in contesti relazionali e sociali, con un focus sul supporto alle categorie più vulnerabili. Lo studio di (Liang et al., 2023) analizza l'impiego del Virtual Social Center per il contrasto all'isolamento sociale negli anziani. L'indebolimento delle reti di supporto interpersonale, amplificato dalle restrizioni imposte dalla pandemia di COVID-19, ha evidenziato la necessità di soluzioni innovative per mantenere attive le relazioni sociali, specialmente tra le fasce più anziane e più vulnerabili della popolazione. In questo contesto, il Metaverso si configura come uno strumento potenzialmente efficace per favorire l'interazione tra individui, ricreando spazi di socializzazione immersivi e accessibili anche a chi, per ragioni fisiche o logistiche (andando oltre il periodo pandemico), incontra difficoltà nel partecipare ad attività sociali tradizionali. Il Virtual Social Center consente agli utenti di interagire attraverso avatar digitali in ambienti condivisi, ricreando esperienze relazionali che superano i limiti della comunicazione telefonica o video.
Lo studio ha coinvolto un campione di 60 anziani, suddivisi in un gruppo sperimentale, che ha utilizzato il Virtual Social Center, e un gruppo di controllo, che ha mantenuto le forme di comunicazione tradizionali. L'efficacia dell'intervento è stata valutata attraverso scale psicometriche validate, tra cui la Hamilton Depression Rating Scale (HAMD), per la

misurazione dei sintomi depressivi, e la Symptom Checklist-90 (SCL-90) per la valutazione dell'ansia e del disagio psicologico. L'analisi dei risultati conferma l'efficacia del Virtual Social Center nel migliorare il benessere psicologico e sociale degli anziani, riducendo significativamente i sintomi di ansia e depressione.

In particolare, dai dati raccolti attraverso la Hamilton Depression Rating Scale (HAMD) si evince un decremento significativo del punteggio totale di sintomi depressivi nel gruppo sperimentale, che passa da M_{pre} = 29,40 (SD = ±4,13) a M_{post} = 15,48 (SD = ±3,37) dopo quattro settimane di trattamento. Parallelamente, il gruppo di controllo evidenzia una riduzione più contenuta dei sintomi depressivi (M_{pre} = 29,70, SD = ±3,48 a M_{post} = 21,07, SD = ±3,12), sottolineando la superiorità dell'intervento basato sul Metaverso rispetto ai metodi tradizionali di comunicazione.

Le misurazioni effettuate tramite la Symptom Checklist-90 (SCL-90) rivelano inoltre un miglioramento in tutte le nove dimensioni analizzate (Figura 33). Il gruppo sperimentale evidenzia una riduzione significativa dei livelli di depressione (M_{pre} = 1,68, SD = ±0,17 → M_{post} = 0,67, SD = ±0,26), ansia (M_{pre} = 1,47, SD = ±0,26 → M_{post} = 0,59, SD = ±0,21) e somatizzazione (M_{pre} = 1,57, SD = ±0,32 → M_{post} = 0,98, SD = ±0,31), con miglioramenti significativamente superiori rispetto al gruppo di controllo. Questi effetti evidenziano il ruolo positivo dell'interazione immersiva nel Metaverso nella riduzione del disagio emotivo e nel miglioramento del benessere psicofisico degli anziani.

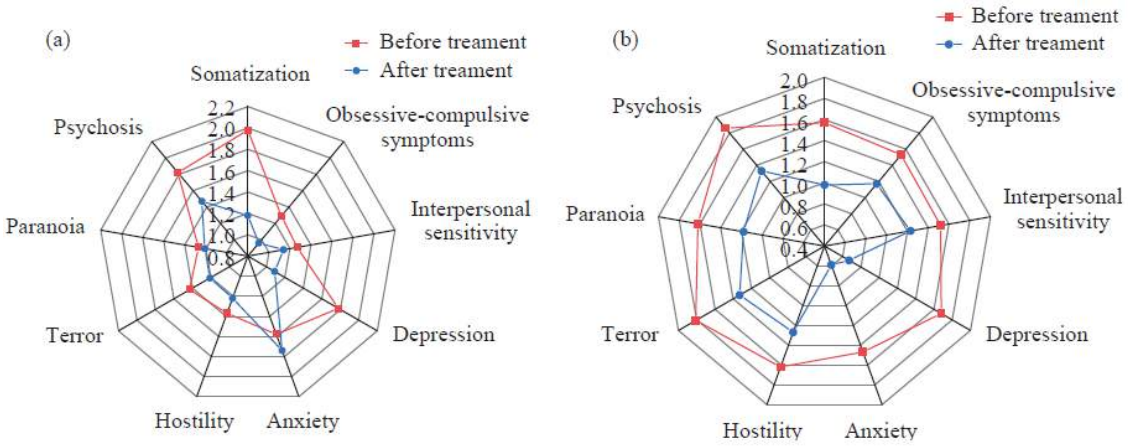


Figura 33: Sintomatologia SCL-90 fra gruppo di controllo (a) e gruppo sperimentale (b) (Liang et al., 2023)

Tale miglioramento può essere attribuito a diversi fattori. In primo luogo, la socializzazione immersiva offerta dal centro virtuale consente agli anziani di partecipare ad attività di gruppo, riducendo la percezione di isolamento, e rafforzando il senso di appartenenza.

In secondo luogo, il coinvolgimento attivo in ambienti interattivi genera un maggiore engagement - emotivo e cognitivo - potenziando la regolazione dell'umore. Il

miglioramento riscontrato nei punteggi relativi alla paranoia (M_{pre} = 1,62, SD = ±0,31 → M_{post} = 1,18, SD = ±0,21) e alla psicosi (M_{pre} = 1,86, SD = ±0,28 → M_{post} = 1,33, SD = ±0,17) suggerisce inoltre un effetto positivo della realtà virtuale sulla percezione sociale e sulla gestione delle emozioni. Questo aspetto risulta di particolare rilievo in quanto dimostra come l'esperienza immersiva nel Metaverso non solo contribuisca alla riduzione del disagio emotivo, ma favorisca anche una maggiore stabilità psicologica, grazie a dinamiche interattive che riproducono contesti relazionali analoghi a quelli del mondo reale.

I risultati confermano quindi il ruolo del *Virtual Social Center* come applicazione concreta del Metaverso nella prevenzione e nel trattamento dei disturbi psicologici legati all'isolamento sociale. Oltre a una riduzione significativa del senso di solitudine, l'ambiente immersivo favorisce l'autoregolazione emotiva e rafforza il senso di appartenenza, offrendo un'alternativa efficace alle tradizionali modalità di supporto psicologico. La possibilità di instaurare e mantenere relazioni sociali in uno spazio virtuale accessibile si rivela particolarmente utile per le fasce più vulnerabili della popolazione, contribuendo non solo al recupero emotivo, ma anche alla prevenzione del disagio psicologico, soprattutto in condizioni di limitazione della socialità reale.

In conclusione, il Metaverso si configura come uno strumento innovativo e multidimensionale nell'ambito della salute, con applicazioni che spaziano dalla comunicazione medico-paziente alla formazione dei professionisti sanitari, fino alla gestione e prevenzione dei disturbi psicologici. Le sue potenzialità si estendono tuttavia anche ad altri settori, fra cui quello sportivo, in cui può essere impiegato per la preparazione atletica, la promozione di stili di vita più salutari e la partecipazione ad eventi sportivi condivisi.

2.1.3 Metaverso e Sport

Negli ultimi anni, l'evoluzione delle tecnologie immersive ha trasformato in modo significativo anche l'esperienza sportiva, offrendo nuove opportunità sia per la pratica degli atleti che per la fruizione dei tifosi. Per i primi il Metaverso introduce modalità inedite di allenamento, fornendo loro non solo simulazioni realistiche di training, ma anche nuove tecnologie per la gestione del benessere mentale e dell'ansia da prestazione, aspetti fondamentali in una carriera sportiva professionistica. La possibilità di ricreare virtualmente situazioni ad alta pressione, in un contesto controllato, e senza le conseguenze

emotive del fallimento reale, migliora la capacità di concentrazione e potenzia la resilienza psicologica, con effetti diretti sulla performance.
Parallelamente, il Metaverso offre nuove prospettive anche per la fruizione dello sport, ripensando profondamente il ruolo dei tifosi e delle associazioni sportive. Non si tratta più solo di assistere passivamente a un evento, ma di vivere un'esperienza immersiva e interattiva, in cui i fan diventano protagonisti, accedendo a contenuti esclusivi e personalizzati in tempo reale.
Club e associazioni sportive possono infatti sfruttare queste piattaforme per ampliare l'offerta, generando nuove opportunità di monetizzazione attraverso biglietti virtuali, merchandising digitale e oggetti collezionabili in formato NFT, rafforzando così il legame con la propria fanbase (Centraco & Santoro, 2025; Xie et al., 2023). La partecipazione a eventi sportivi virtuali consente inoltre di superare i limiti fisici e geografici, favorendo la nascita di nuove comunità digitali di appassionati. Il concetto stesso di evento sportivo viene ridefinito, trasformandosi in un'esperienza collettiva e globale, accessibile a un pubblico sempre più ampio e diversificato. Le tecnologie immersive, in questo senso, non solo arricchiscono il rapporto tra tifoso e sport, ma inaugurano un nuovo modello economico, capace di integrare innovazione tecnologica e consumo esperienziale in un'unica realtà.
Verranno di seguito indagati entrambi i risvolti di queste applicazioni in campo sportivo.

Lo studio di (Z. Huang et al., 2022) si propone di analizzare l'impatto dell'esperienza sportiva in realtà virtuale, basata sul Metaverso, sulla performance negli atleti adolescenti, adottando una metodologia quantitativa. La ricerca è stata condotta su un campione di 145 giovani atleti cinesi, di età compresa tra i 12 e i 18 anni, reclutati in quattro città principali del paese: Shanghai, Shenzhen, Guangzhou e Beijing. La raccolta dei dati è avvenuta tramite un questionario autosomministrato (CAWI), con scale Likert a cinque punti volte a misurare le variabili chiave dello studio, tra cui l'esperienza sportiva in VR, la salute mentale, l'ansia da prestazione e l'endurance performance.
La costruzione del modello di ricerca si fonda su sette ipotesi principali, con l'obiettivo di indagare le relazioni dirette e indirette tra le variabili considerate, In prima istanza è stato indagato il costrutto dell'*endurance performance*, che si riferisce non solo alla capacità fisica degli atleti di sostenere sforzi prolungati, ma anche alla loro resistenza mentale e motivazionale, particolarmente importante negli sport di lunga durata come ciclismo, nuoto, corsa ed altri, dove superare la fatica psicologica e mantenere alta la concentrazione

(per lunghi periodo di tempo) risulta cruciale per il successo. L'endurance performance è quindi una combinazione di forza fisica, equilibrio psicologico e gestione dello stress emotivo durante attività fisiche di lunga durata.

Nello specifico, gli autori ipotizzano che l'esperienza sportiva in realtà virtuale abbia un impatto positivo sull'endurance performance (*H1*), nonché sulla salute mentale degli atleti (*H2*), e che quest'ultima, a sua volta, influenzi positivamente l'endurance performance (*H3*). Un ulteriore focus è posto sul ruolo dell'*ansia da prestazione*, ipotizzando che l'esperienza sportiva in realtà virtuale contribuisca a ridurre significativamente i livelli di performance anxiety (*H4*) e che livelli più bassi di ansia, e quindi una migliore salute mentale, si traducano in un miglioramento dell'endurance performance (*H5*). Le ultime due ipotesi esplorano infine il ruolo mediatore della salute mentale e dell'ansia da prestazione, suggerendo come entrambe le variabili medino la relazione tra l'esperienza sportiva in VR e l'endurance performance (*H6, H7*), chiarendo così il meccanismo attraverso cui l'esperienza immersiva può influire non solo sul piano fisico, ma anche sul benessere psicologico degli atleti. Si veda di seguito (Figura 34a) un riassunto delle ipotesi sperimentali.

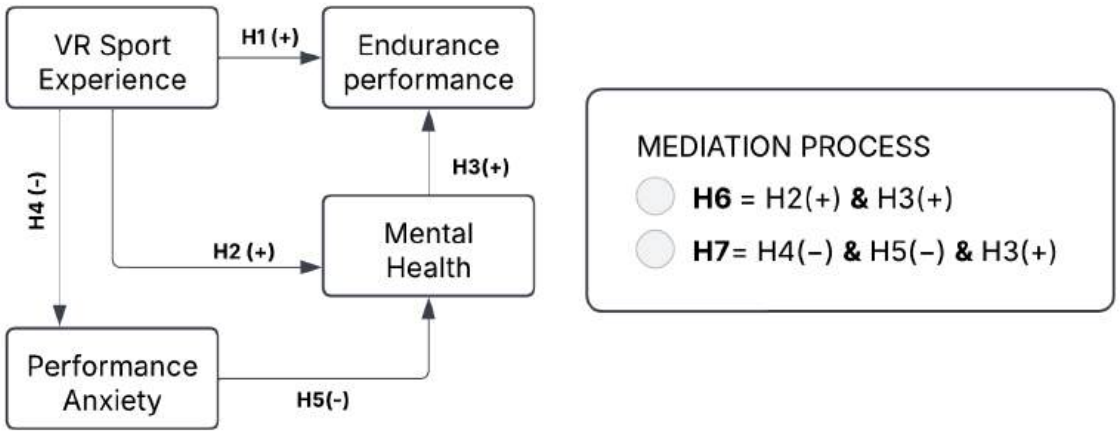


Figura 34a: Modello sperimentale di (Z. Huang et al., 2022).

Per verificare le ipotesi formulate, è stato costruito un modello di mediazione, tramite Strucutral Equation Model (SEM) (Memon et al., 2021), i cui risultati hanno mostrato un buon adattamento ai dati osservati (χ^2 = 243,45; df = 99; GFI (goodness of fit) = 0,95; RMSEA (quota di errore) = 0,05). Questo grado di fit suggerisce che il modello teorico (rappresentato in Figura 34a) validi accuratamente le relazioni considerate.

L'ipotesi *H1*, che prevedeva un effetto diretto positivo dell'esperienza sportiva in realtà virtuale sull'endurance performance, non è stata tuttavia confermata, con un coefficiente (β

= 0,18) non significativo, indicando come il miglioramento della performance non avvenga direttamente, ma piuttosto attraverso meccanismi mediati da variabili psicologiche. Al contrario, l'ipotesi *H2*, secondo cui l'esperienza in VR migliori significativamente la salute mentale degli atleti, ha trovato pieno supporto nei dati ($\beta = 0,81$, $p < 0,05$). Questo effetto positivo sottolinea come l'esperienza immersiva possa favorire uno stato mentale più stabile e rilassato, influendo sul benessere complessivo dell'atleta. A conferma dell'ipotesi *H3*, la salute mentale ha mostrato un effetto diretto e significativo sull'endurance performance ($\beta = 0,77$, $p < 0,05$), evidenziando come uno stato psicologico positivo possa contribuire in modo rilevante alla capacità di sostenere sforzi fisici prolungati, suggerendo come il benessere mentale rappresenti una componente essenziale per il miglioramento delle prestazioni sportive, particolarmente in contesti di resistenza prolungata.

Un ulteriore aspetto riguarda il ruolo dell'ansia da prestazione. L'ipotesi *H4*, secondo cui l'esperienza sportiva in VR contribuisce a ridurre significativamente i livelli di ansia, è stata confermata ($\beta = 0,89$, $p < 0,05$), mostrando come l'ambiente virtuale favorisca una riduzione delle tensioni legate alla performance. L'ipotesi *H5*, che prevedeva una relazione negativa tra ansia da prestazione ed endurance performance, ha trovato conferma, con un effetto diretto negativo ($\beta = -0,10$, $p < 0,05$), sottolineando il noto impatto negativo dell'ansia sulla capacità di sostenere sforzi prolungati e suggerendo che una riduzione di tali livelli possa migliorare le performance atletiche.

Le ultime due ipotesi riguardavano il ruolo di mediatori della salute mentale (*H6*) e dell'ansia da prestazione (*H7*) nella relazione tra esperienza in VR ed endurance performance. La salute mentale si è confermata come mediatore significativo ($\beta = 0,63$, $p < 0,05$), mostrando un effetto indiretto significativo e più marcato rispetto a quello mediato dall'ansia da prestazione ($\beta = 0,08$, $p < 0,05$). Questi risultati indicano che l'esperienza in VR non solo migliori direttamente lo stato mentale degli atleti, ma, attraverso questo effetto, contribuisca significativamente alla loro capacità di resistenza.

I risultati ottenuti evidenziano come la salute mentale giochi un ruolo chiave nel miglioramento della endurance performance, rappresentando il principale meccanismo attraverso cui l'esperienza sportiva in realtà virtuale influisca positivamente sulla performance degli atleti. In altre parole, più che un effetto diretto, è il benessere psicologico che può essere indotto dalla esperienza in VR a determinare la capacità di sostenere sforzi prolungati, migliorando la concentrazione, la resistenza mentale e la gestione dello stress.

Questa relazione trova ulteriore supporto nella teoria del confronto sociale e nell'ipotesi di facilitazione sociale. La *teoria del confronto sociale* (Festinger, 1954) suggerisce che,

anche in contesti virtuali, gli atleti tendono a confrontare le proprie prestazioni con quelle degli altri, traendone motivazione e stimolo al miglioramento. L'ipotesi di *facilitazione sociale*, invece, sostiene che la semplice presenza di altri individui, anche virtuali, possa incrementare la performance, creando un contesto competitivo che rafforza l'impegno e la determinazione.

Dal punto di vista pratico, i risultati suggeriscono come la realtà virtuale possa rappresentare uno strumento innovativo per la preparazione atletica, non solo offrendo la possibilità di allenarsi in un ambiente simulato e privo di rischi, ma sviluppando negli atleti una migliore gestione dello stress e dell'ansia da prestazione. L'utilizzo di esperienze immersive, dunque, può contribuire sia a migliorare le performance fisiche sia a sostenere il benessere mentale a lungo termine, riducendo la pressione emotiva legata alla competizione, e potenziando la capacità di affrontare situazioni di elevata intensità emotiva da parte degli agonisti.

Dopo aver analizzato il Metaverso come spazio di formazione e benessere psicofisico per gli atleti, l'attenzione si sposta ora sulla sua crescente rilevanza economica nel settore sportivo. Da piattaforma di allenamento a nuova frontiera del business, il Metaverso offre opportunità di monetizzazione inedite attraverso stadi virtuali, biglietti digitali, NFT e merchandising virtuale, trasformando profondamente i modelli economici tradizionali dello sport (Y. Lee & Kim, 2023). In questo contesto, esempi come Nikeland su Roblox rappresentano casi emblematici di come i brand stiano sfruttando le piattaforme digitali non solo per rafforzare il legame con i consumatori, ma anche per esplorare nuove strategie di business, creando spazi virtuali in grado di generare valore economico e potenziare la fandom.

Lo studio di (Demir et al., 2023) analizza l'esperienza su Nikeland, evidenziandone il ruolo innovativo nel marketing esperienziale. Nikeland non si configura unicamente come luogo dedicato alla pratica sportiva tradizionale, ma piuttosto come un ambiente ludico che reinterpreta lo sport in chiave creativa e sociale, coinvolgendo i partecipanti in attività ispirate al mondo sportivo, rafforzando il legame emotivo con il brand. Gli utenti possono così cimentarsi in giochi di corsa, basket e calcio, ma anche esplorare e costruire spazi virtuali personalizzati, utilizzando elementi ispirati all'universo Nike. Questa esperienza punta a creare un mix tra divertimento e interazione, utilizzando la gamification come strumento per mantenere alto l'engagement, soprattutto tra le fasce più giovani.



Figura 34b: Nikeland (campi di gioco a sinistra ed esperienza di corsa a destra) ((Demir et al., 2023).

Uno dei temi centrali emersi dallo studio (Demir et al., 2023) è il concetto di *età oltre lo sport*, che riflette una trasformazione del significato dell'attività sportiva nel Metaverso. Per molti partecipanti Nikeland ha rappresentato un'esperienza nuova e accessibile, riducendolo lo sforzo fisico in modo significativo e proponendo un'idea di sport più ludico e creativo.

Dal punto di vista estetico, inoltre, Nikeland ha colpito molti utenti per la vivacità visiva e la dinamicità degli scenari, contribuendo a creare un'atmosfera energica e coinvolgente per l'utente. L'uso di colori accesi e di un'estetica volutamente dinamica ha generato reazioni positive, ma anche aspettative non sempre soddisfatte, soprattutto in relazione alla coerenza del design e alla qualità percepita rispetto a un marchio del calibro di Nike. L'entusiasmo iniziale, tuttavia, si è spesso trasformato in un calo di interesse nel lungo termine, a causa della ripetitività delle dinamiche di gioco. Nonostante ciò, la possibilità di personalizzare gli spazi virtuali ha rappresentato un elemento chiave di attrazione, favorendo l'espressione della creatività e mantenendo vivo l'interesse di una parte degli utenti.

Nonostante questi limiti, gli utenti di Nikeland intervistati hanno riportato di aver vissuto momenti di *flusso totale*, descrivendo stati di profonda concentrazione e coinvolgimento durante le attività virtuali, al punto da perdere la percezione del tempo (Brannon Barhorst et al., 2021). Nikeland contibuisce quindi a rafforzare l'immagine di Nike come brand innovativo nel campo sportivo, aumentando la curiosità verso i prodotti del marchio e consolidando la fedeltà dei consumatori, coinvolgendoli in attività sportive blande, ma dal taglio ludico, tramite processi di gamification. Nonostante la necessità di alcune migliorie, Nikeland si configura come un case study, dimostrando le potenzialità del Metaverso nel creare nuove forme di interazione tra brand, consumatori e sport, ridefinendo i confini tra gioco, sport e business.

L’adozione del Metaverso in ambito sportivo non si limita tuttavia a una semplice offerta dal taglio ludico, ma si configura anche come leva strategica per generare nuove opportunità di monetizzazione, trasformando profondamente le strategie di marketing e consolidando il senso di appartenenza alla comunità dei fan. Lo studio di (Chohan & Schmidt-Devlin, 2024) sottolinea come il Metaverso possa ridefinire il concetto stesso di fandom, offrendo ai brand la possibilità di coinvolgere i propri sostenitori attraverso esperienze esclusive e personalizzate. L’interazione con i fan si sposta così dal mondo reale a quello digitale, creando nuovi spazi di relazione fra brand e tifosi.

Un esempio emblematico di questa trasformazione è rappresentato dalle esperienze immersive che consentono ai fan di vivere eventi unici e irripetibili. Nel Metaverso sportivo, è possibile assistere a una partita accanto all’avatar di una celebrità sportiva come Michael Jordan, un’esperienza che aumenta la percezione di prestigio e di appartenenza alla comunità dei tifosi. Allo stesso modo, il Manchester City, in collaborazione con PUMA, ha lanciato una serie di divise ufficiali in formato NFT, che i tifosi possono acquistare per personalizzare i loro avatar nel Metaverso. Questi oggetti digitali esclusivi rafforzano il senso di identificazione con la squadra e rappresentano una nuova frontiera di business, offrendo ai brand l’opportunità di monetizzare attraverso la vendita di beni digitali unici (Lopez, 2023; Xie et al., 2023).

Anche la fruizione delle competizioni sportive sta cambiando grazie alle possibilità offerte dal Metaverso. Il progetto “*Netaverse*” dei Brooklyn Nets ha introdotto una nuova modalità di visione delle partite, permettendo ai tifosi di vivere l’evento sportivo in modalità immersiva a 360 gradi, scegliendo liberamente le angolazioni da cui osservare l’azione. Questa esperienza non solo migliora il coinvolgimento, trasformando il tifoso da spettatore passivo a protagonista attivo (regista delle inquadrature), ma ridefinisce il concetto stesso di evento sportivo, rendendolo un’esperienza personalizzata e interattiva. La stessa logica si applica agli eventi sportivi virtuali, dove l’integrazione tra sport e moda digitale offre nuove opportunità di marketing. Nel Metaverso Wimbledon, noto come *WimbleWorld*, i fan possono sfidare l’avatar di Andy Murray in partite virtuali e acquistare abbigliamento digitale firmato Ralph Lauren per i propri avatar. Questa combinazione di gioco, competizione e moda rappresenta una sintesi perfetta delle nuove potenzialità offerte dal Metaverso, in cui la dimensione esperienziale e quella commerciale si intrecciano.

In conclusione, l’analisi del Metaverso nei settori dell’educazione, della salute e dello sport ha evidenziato il suo potenziale trasformativo, sia nell’esperienza utente che nella creazione

di nuovi modelli economici. Se queste applicazioni aprono nuove prospettive per didattica, terapie immersive e miglioramento delle performance sportive, il Metaverso si configura, come già anticipato nel capitolo 1, come una piattaforma capace di generare flussi di monetizzazione legati alla vendita di NFT. L'ambito sportivo ha fornito un primo esempio concreto di queste opportunità, attraverso esperienze virtuali, NFT ed eventi digitali.
Nella prossima (2.2) sezione si approfondiranno quindi tre dinamiche di monetizzazione: gamification, gamblification e vendita di NFT d'arte digitale.

2.2 I trend di monetizzazione: Gamification, Gamblification e Arte

Il Metaverso rappresenta non solo un nuovo spazio digitale ricco di opportunità per i settori educational, health e sport, ma soprattutto un ecosistema complesso in cui si strutturano nuove dinamiche di monetizzazione grazie ai processi di *gamification* e *gamblification* e alla *vendita di arte digitale*. La gamification costituisce la prima leva di questa trasformazione. Attraverso l'adozione di dinamiche di gioco nelle esperienze offerte, il Metaverso non solo aumenta l'engagement degli utenti, ma genera anche nuove opportunità di business per brand e organizzazioni.
Dai programmi di marketing immersivo alla promozione di comportamenti pro-sociali, la gamification si afferma come uno strumento potente per incentivare la partecipazione e rafforzare la fedeltà dei consumatori. Al contempo, i rischi e le opportunità legati al gambling mostrano l'importanza di trovare un equilibrio tra innovazione e regolamentazione, considerando le implicazioni etiche e sociali di un settore in rapida evoluzione. Infine, l'arte digitale apre nuove prospettive creative ed economiche, offrendo agli artisti sia la possibilità di raggiungere un pubblico globale sia di ridefinire i modelli di fruizione e commercio delle opere d'arte, grazie agli NFT.
La loro analisi consente di comprendere come il Metaverso possa trasformare profondamente non solo le dinamiche culturali e sociali, ma configurarsi come una nuova frontiera dell'economia digitale.

2.2.1 Il processo di gamification del Metaverso

La gamification può essere definita come l'applicazione di elementi di design e meccaniche di gioco in contesti non ludici, con l'obiettivo di aumentare la motivazione e il coinvolgimento degli utenti (Afacan, 2023). Non si tratta cioè di sviluppare veri e propri giochi, ma di integrare dinamiche tipiche del gaming, quali punti, badge, classifiche e livelli, in attività proposte all'utente per renderle più accessibili, e soprattutto stimolanti.

Attraverso un sistema di ricompense e feedback continui, la gamification incoraggia comportamenti e stimola l'utente a proseguire nelle attività proposte. Il passaggio *dal gaming alla gamification* è un processo che, nel Metaverso, può risultare sfumato e non sempre immediatamente distinguibile.

In alcune applicazioni, come CryptoKitties, si parte infatti da una struttura ludica incentrata sulla collezione e lo scambio di gatti virtuali unici (NFT), ma l'introduzione di meccaniche di mercato e di scambio di questi beni trasforma l'esperienza in un sistema di gamification avanzato. Gli utenti non si limitano a giocare: gestiscono risorse digitali, accumulano valore economico, grazie agli NFT posseduti e scambiati, e partecipano a dinamiche che ricalcano sistemi economi reali. CryptoKitties mostra come il *"confine tra game e gamification"* sia spesso sottile, poiché le piattaforme possono evolvere da semplici spazi di intrattenimento (game) a veri e propri ambienti sociali ed economici, in cui strategie tipiche del gioco vengono applicate per raggiungere obiettivi più ampi, come la fidelizzazione degli utenti o la creazione di economie virtuali (gamification).

In questo contesto risulta quindi fondamentale distinguere tra la gamification e il game-based learning, che invece si basa su esperienze educative costruite integralmente come giochi. Mentre il game-based learning crea giochi completi per favorire l'apprendimento, la gamification utilizza solo alcuni principi del gaming (che si vedranno di seguito) per arricchire e migliorare l'esperienza utente, trasformando attività ordinarie in esperienze interattive e personalizzate, e, soprattutto, creando alla base di questi "giochi" un sistema economico di scambio e attribuzione di valore monetario a beni digitali (NFT). Risulta quindi necessario comprendere i fondamenti teorici alla base di questo processo.



Figura 35: CryptoKitties

Il modello di gamification elaborato da (K. H. Werbach & Hunter, 2012) delinea gli elementi fondanti di questo processo: le dinamiche, i meccanismi e le componenti.

- Le *dinamiche* costituiscono i principi di base che influiscono sull'esperienza utente. Tra questi vi sono le *emozioni*, che svolgono un ruolo cruciale nel mantenere alta la motivazione grazie all'engagement generato dalla progressione e dal superamento delle sfide; la *narrazione*, che fornisce coerenza e significato all'esperienza ludica, favorendo l'identificazione dell'utente con gli obiettivi del gioco; la *progressione*, che offre un senso di crescita e miglioramento grazie all'avanzamento in fasi o livelli sempre più complessi. Le *sfide*, infine, contribuiscono a stimolare l'interesse dell'utente, ponendogli obiettivi da raggiungere e difficoltà da superare.
- I *meccanismi*, invece, costituiscono le strutture operative che regolano l'interazione tra utente e sistema, traducendo le dinamiche in azioni specifiche. Uno degli elementi chiave è il *feedback*, che fornisce informazioni costanti sulle performance - dell'utente - all'utente stesso, rafforzando la motivazione e orientandolo nelle sue scelte. Ad esso si affiancano i meccanismi di competizione e cooperazione, dove la prima (la *competizione*) favorisce il desiderio di primeggiare, mentre la seconda (*cooperazione*) promuove il lavoro di squadra e la costruzione di relazioni. I *premi*, infine, rappresentano un ulteriore incentivo per l'utente, poiché riconoscono i risultati ottenuti attraverso l'assegnazione di punti, badge o nuovi livelli, stimolando la sua partecipazione continua.
- Le *componenti*, infine, rappresentano gli elementi tangibili del sistema di gamification, attraverso i quali le dinamiche e i meccanismi prendono forma. Tra queste rientrano gli *avatar*, rappresentazioni virtuali che facilitano l'identificazione personale, i *badge*, che attestano visivamente il raggiungimento di traguardi specifici, e i *punti*, utilizzati come forma di ricompensa per misurare il progresso. I *livelli* indicano lo stato di avanzamento dell'utente e sbloccano nuove funzionalità o contenuti, mentre le *classifiche* consentono di confrontare le performance con quelle altrui, favorendo la competizione e incentivando ulteriormente l'utente a impegnarsi.

Ripensando al modello CryptoKitties prima discusso, le *dinamiche* guidano l'esperienza complessiva attraverso la narrazione della collezione di gatti virtuali unici (NFT) e il progresso nel generare esemplari sempre più rari. I *meccanismi* traducono queste dinamiche in azioni concrete, come il feedback continuo sul valore dei gatti, e il sistema di premi che incentiva la partecipazione e la competizione tra utenti nel mercato virtuale. Le *componenti*

tangibili, come gli avatar dei gatti, le classifiche di rarità e i badge per i traguardi raggiunti, rendono infine visibile il progresso, stimolando l'impegno e trasformando un semplice gioco in un sistema economico digitale, dove strategia e scambio creano un valore economico "reale e tangibile".

Se dinamiche, meccanismi e componenti costituiscono la struttura portante della gamification, è tuttavia necessario comprendere come questo processo venga concretamente costruito e applicato nel Metaverso, e non solo. Il design della gamification segue infatti un percorso articolato che parte con la *definizione degli obiettivi e dei comportamenti target*, passa per l'identificazione delle *tipologie di utenti*, e si sviluppa infine attraverso la realizzazione di *attività strutturate in cicli di breve e lungo periodo* (Afacan, 2023).

- Il primo passo è la *definizione degli obiettivi e dei comportamenti target*. Gli obiettivi devono essere chiari, specifici e misurabili, come ad esempio aumentare il tempo di permanenza degli utenti su una piattaforma, o incentivare l'adozione di un servizio digitale. Per tradurre questi obiettivi in comportamenti concreti, è necessario stabilire *azioni specifiche* che l'utente possa compiere, offrendo in cambio un sistema di feedback immediato sotto forma di punti, badge o livelli di progressione. Un esempio pratico è rappresentato dalle piattaforme che utilizzano la gamification per migliorare la partecipazione: l'utente riceve badge ogni volta che completa un modulo/attività, visualizzando in tempo reale il proprio avanzamento rispetto agli altri partecipanti.
- Successivamente, è fondamentale conoscere le *tipologie di utenti* e analizzarne le caratteristiche per modulare l'esperienza in base alle motivazioni che più li guidano (drivers). Alcuni utenti, definiti *achievers*, saranno spinti dal desiderio di completare missioni e ottenere riconoscimenti visibili, mentre altri, i *socializers*, saranno maggiormente interessati alle dinamiche di interazione e collaborazione con gli altri membri della community. La piattaforma Zwift (Reed et al., 2023), ad esempio, gamifica l'esperienza del ciclismo in ambienti virtuali, permettendo agli utenti non solo di allenarsi in scenari simulati, ma anche di competere e socializzare in tempo reale con partecipanti da tutto il mondo. Zwift offre quindi un esempio evidente di gamification con una *combinazione di dinamiche competitive e collaborative*: gli achievers possono cimentarsi in gare ufficiali o sfide settimanali, ricevendo feedback istantanei sulle proprie performance e sbloccando ricompense simboliche; al contempo, i socializers possono partecipare a eventi di gruppo, allenamenti collettivi o community ride,

valorizzando la dimensione sociale dell'esperienza. In questo modo, la piattaforma consente una personalizzazione in base alle motivazioni che più guidano degli utenti, rispondendo sia al bisogno di miglioramento personale, sia al desiderio di condivisione e appartenenza a gruppi di appassionati. La proposta di Zwift non nasce quindi con l'obiettivo di offrire un gioco in senso stretto, ma di creare un ambiente digitale coinvolgente per chi si allena in bicicletta. I meccanismi di gioco - come le sfide, i premi e le classifiche - servono a rendere l'esperienza più motivante e divertente, spingendo le persone a usare la piattaforma con regolarità. In questo modo, Zwift riesce a costruire una community coesa di user e a mantenere alto il loro coinvolgimento nel tempo, anche attraverso la sottoscrizione di un abbonamento.

- Il cuore del processo risiede infine nella costruzione integrata di c*icli di attività micro e macro*, che operano su differenti scale temporali e motivazionali, contribuendo in modo sinergico al mantenimento di un coinvolgimento continuo da parte degli utenti (Afacan, 2023). I *cicli micro*, definiti anche come *loyalty loop*, si articolano intorno ad azioni ripetute nel breve periodo, come il completamento quotidiano di missioni o attività, che attivano meccanismi di ricompensa immediata (si pensi ad esempio ad app di apprendimento come DuoLinguo). Queste dinamiche si basano su principi comportamentisti di gratificazione immediata e rinforzo positivo, analoghi a quelli impiegati nei programmi fedeltà della grande distribuzione, dove ogni azione (come un acquisto) genera punti spendibili per ottenere vantaggi tangibili (sconti sulla spesa successiva ad esempio).

  I *cicli macro*, al contrario, si collocano su un orizzonte temporale più ampio e agiscono sul piano della motivazione intrinseca e della progettualità. In questo caso, il focus non è la singola azione, ma il percorso di lungo periodo che l'utente intraprende all'interno dell'ambiente virtuale, con l'obiettivo di raggiungere traguardi progressivamente più significativi. I cicli macro funzionano quindi come un percorso a lungo termine, in cui l'utente non si limita a compiere azioni quotidiane, ma costruisce gradualmente un'identità e una posizione all'interno della piattaforma. In questi casi, l'attenzione si sposta dal "fare qualcosa ogni giorno" al "vedere dove sto andando" e "quanto sono cresciuto". Un esempio può essere quello dei videogiochi o delle app di fitness che mostrano il progresso settimanale o mensile con grafici e livelli da sbloccare: l'utente ha così l'impressione di costruire un percorso coerente e personale, e questo rafforza la motivazione a lungo termine. In questo senso, la distinzione tra micro e macro-cicli non è solo temporale, ma più profonda: mentre i cicli micro sono funzionali a mantenere

l'attenzione e l'engagement quotidiano, quelli macro costruiscono senso, direzione e appartenenza nel tempo, configurando l'esperienza non come una sequenza di attività isolate, ma come un percorso evolutivo strutturato.

Un ultimo elemento chiave della gamification infine è il concetto di *flow*. Introdotto da (Csikzentmihaly, 1990), il flow rappresenta uno stato di totale immersione e concentrazione in un'attività. Per garantire agli utenti la possibilità di vivere questa esperienza ottimale, le sfide proposte devono essere ben bilanciate rispetto alle capacità degli utenti. Un esempio concreto si può trovare nei giochi di fitness digitali, come *Ring Fit Adventure*, dove i livelli di difficoltà si adattano progressivamente alle performance dell'utente, mantenendo alta la motivazione senza generare né noia né frustrazione. Entrare in uno stato di flow consente agli utenti di rimanere concentrati e coinvolti, dimenticando il trascorrere del tempo e massimizzando la qualità della loro esperienza (Muhammad Sohail Jafar et al., 2024).

In sintesi, la gamification nel Metaverso si configura come un sistema complesso e stratificato, in cui dinamiche emotive, meccanismi di interazione e componenti tangibili si integrano per incentivare la partecipazione e costruire esperienze significative. Attraverso la personalizzazione dell'esperienza in base ai profili motivazionali degli utenti, l'articolazione in cicli di attività micro e macro, e il raggiungimento dello stato di flow, la gamification si rivela uno strumento strategico per rafforzare l'engagement e generare valore tanto per le piattaforme quanto per gli utenti. A partire da questo quadro teorico, verranno dunque presentati alcuni studi sperimentali che offrono una verifica empirica di questi processi, definendo opportunità e criticità di un approccio *gamificato* alla progettazione dell'esperienza utente nei mondi virtuali.

Dopo aver delineato il quadro teorico della gamification, è possibile volgere l'attenzione verso i suoi ambiti applicativi. Tra questi, il marketing rappresenta senza dubbio uno degli spazi più fertili e rappresentativi, in cui le dinamiche ludiche vengono adottate per rafforzare l'engagement, favorire l'interazione e costruire esperienze di marca memorabili. L'integrazione tra logiche di gioco e strategie di comunicazione consente infatti di superare le modalità tradizionali di relazione con il consumatore, generando momenti di coinvolgimento attivo e partecipazione emotiva. Tali premesse trovano una sistematizzazione coerente nello studio di (Arya et al., 2024), che analizza le principali dimensioni delle attività di gamification nel Metaverso, indagandone l'efficacia in chiave esperienziale. Secondo gli autori le Gamification Marketing Activities (GMAM) nel Metaverso si articolano in cinque dimensioni principali*: entertainment, interaction,*

trendiness, intimacy e novelty. Questi aspetti descrivono la varietà di esperienze che i brand possono offrire per stimolare l'interesse e la partecipazione dei consumatori.

L'*entertainment* rappresenta la capacità di creare esperienze divertenti e coinvolgenti, catturando l'attenzione e generando emozioni positive; l'*interaction* si riferisce invece al grado di partecipazione e scambio tra consumatori e brand, favorendo un dialogo continuo e bidirezionale. La *trendiness* è associata alla percezione del brand come innovativo e all'avanguardia, mentre l'*intimacy* misura il livello di personalizzazione dell'esperienza, che consente agli utenti di sentirsi parte di una community esclusiva. La *novelty*, infine, riguarda l'introduzione di elementi nuovi e inaspettati, capaci di sorprendere e mantenere alta la curiosità degli utenti. Più in dettaglio:

- Le attività di gamification nel Metaverso influenzano direttamente il concetto di *Consumer's Brand Love in Metaverse (CBLM)*, inteso come il legame emotivo che i consumatori sviluppano con un brand. Questo legame si costruisce nel tempo attraverso esperienze personalizzate e momenti condivisi, andando oltre la semplice fedeltà al prodotto per diventare una relazione affettiva autentica. Il Brand Love rappresenta dunque un indicatore fondamentale per valutare la qualità della relazione instaurata tra brand e consumatore, poiché è strettamente correlato, anche se in modo indiretto come si vedrà più avanti, alla fedeltà e all'intenzione di acquisto (*Consumer's Behavioral Intention to Purchase in Metaverse: CBIPM*)
- Un altro costrutto chiave è il *Consumer's Brand Engagement in Metaverse* (*CBEM*), che descrive il grado di partecipazione attiva dei consumatori. Nel Metaverso, il coinvolgimento non si limita alla fruizione passiva di contenuti, ma si traduce in una vera e propria co-creazione di essi. Gli utenti contribuiscono a plasmare attivamente l'identità del proprio avatar (Y. Han & Ho, 2024), a scegliere asset virtuali e a costruire narrazioni personali da condividere con la community digitale. Questa forma di partecipazione rafforza il senso di appartenenza e stimola una relazione più profonda con il brand.
- Il *Consumer-based Brand Equity in Metaverse* (*CBEQM*) rappresenta un altro elemento cruciale per comprendere l'impatto delle strategie di gamification nel contesto virtuale. Questo costrutto riflette il valore complessivo del brand percepito dai consumatori, basato su elementi come la reputazione, la fiducia e le esperienze dirette vissute nel Metaverso. In altre parole, una brand equity elevata si traduce in una percezione positiva del brand, che lo rende più desiderabile, credibile e distintivo rispetto ai

concorrenti. Brand che creano esperienze di gamification ben strutturate, costruiscono una brand equity più forte, poiché coinvolgono attivamente i consumatori, generando emozioni positive e legami duraturi. La gamification non solo migliora l'esperienza del consumatore, ma favorisce anche una *connessione emotiva e cognitiva, rafforzando la percezione del valore del brand*. L'uso di asset virtuali come NFT e wearable digitali contribuisce a questa dinamica, permettendo ai consumatori di possedere oggetti unici e di elevato valore simbolico (Centraco & Santoro, 2025). Questi asset non sono solo accessori digitali, ma diventano veri e propri strumenti di espressione personale e appartenenza alla community del brand, rafforzando ulteriormente l'identità del marchio.

- Un ruolo essenziale nel processo è svolto infine dalla *Perceived Brand Authenticity in Metaverse* (*BAUT*), che funge da moderatore nel modello sperimentale. L'autenticità di un brand, percepita come coerenza, unicità e genuinità, rappresenta un fattore determinante per costruire una relazione di fiducia stabile con i consumatori. Nel Metaverso, questa autenticità viene ulteriormente rafforzata dall'offerta di esperienze uniche e personalizzate, che aumentano il senso di identificazione con la marca.
- L'ultimo costrutto analizzato è la *Consumer's Resistance to Negative Information in Metaverse* (*CRNIM*), che misura la capacità dei consumatori di mantenere una percezione positiva del brand anche in presenza di informazioni negative. Nel Metaverso, questa resistenza è particolarmente importante, poiché il flusso informativo è rapido e costante, rendendo i consumatori potenzialmente più esposti a contenuti negativi o controversi.

  Un'elevata *CRNIM* indica un livello di fiducia e lealtà tali da neutralizzare parzialmente gli effetti di queste informazioni, proteggendo la reputazione del brand e rafforzando l'identificazione emotiva e cognitiva. La brand equity consolidata attraverso esperienze coinvolgenti e autentiche nel Metaverso dovrebbe quindi incrementare questa resistenza, trasformando i consumatori in difensori attivi del brand.

Lo studio di (Arya et al., 2024) si avvale di una metodologia CAWI per esplorare le relazioni tra Gamification Marketing Activities (*GMAM*) e i costrutti teorici discussi. Durante lo svolgimento della survey i partecipanti sono stati invitati a visitare uno spazio digitale creato su Spatial, dove hanno potuto interagire tra loro e familiarizzare con l'ambiente per almeno 20 minuti, prima di compilare il questionario.

Il campione finale ha incluso 516 rispondenti dall'India e 172 dal Marocco, due paesi selezionati per rappresentare contesti emergenti in Asia e Africa. La selezione di questi paesi è motivata dall'elevata penetrazione di Internet e dalla crescente importanza del Metaverso come mercato digitale.

Per analizzare i dati, gli autori hanno utilizzato un approccio a due stadi, combinando il Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (Memon et al., 2021) con le Reti Neurali Artificiali (ANN). Il questionario ha incluso item relativi alle cinque dimensioni delle *Gamification Marketing Activities* (entertainment, interaction, trendiness, intimacy e novelty) e tutti gli altri costrutti sono stati misurati tramite questionari validati con scale Likert. Si veda in Figura 36 il modello sperimentale proposto, che verrà di seguito dettagliato.

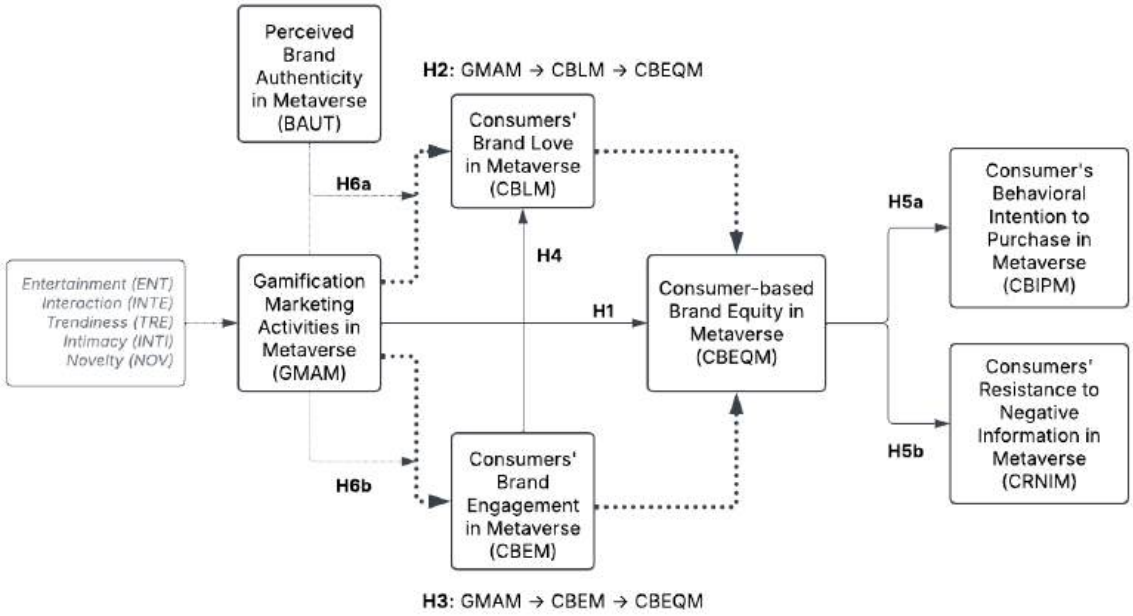


Figura 36: Ipotesi modello sperimentale (Arya et al., 2024).

La prima ipotesi formulata degli autori (*H1*) analizza la relazione diretta tra le Gamification Marketing Activities (*GMAM*) e la Consumer-based Brand Equity nel Metaverso (*CBEQM*). Gli autori ipotizzano che le attività di gamification, integrando dinamiche immersive e interattive con avatar personalizzabili e premi digitali, contribuiscano a costruire un valore di brand più solido. Ad esempio, un brand che offre ai consumatori la possibilità di partecipare a sfide virtuali, o ottenere NFT esclusivi, rafforza la percezione positiva del suo valore, rendendolo più attraente e desiderabile nel contesto virtuale, e non solo.

La seconda ipotesi (*H2*) presuppone che il *Brand Love* medi la relazione tra le Gamification Marketing Activities (*GMAM*) e la Consumer-based Brand Equity (*CBEQM*). Secondo gli

autori, esperienze ludiche personalizzate e condivise nel Metaverso, come l'organizzazione di eventi esclusivi per i membri di una community virtuale, generano un legame emotivo profondo, che porta conseguentemente a una maggiore fedeltà al brand (*CBEQM*). Un esempio concreto può essere quello del "Gucci Garden" su Roblox, dove i consumatori possono vestire i propri avatar con abiti virtuali firmati, vivendo un'esperienza che aumenta l'attaccamento emotivo al marchio (Domínguez & Díaz-Soloaga, 2025).

La terza ipotesi (*H3*) considera invece il Consumers' Brand Engagement (*CBEM*) come secondo mediatore del rapporto fra le Gamification Marketing Activities (*GMAM*) e Consumer-based Brand Equity (*CBEQM*). Il coinvolgimento dei consumatori nel Metaverso non è più tendenzialmente passivo (come avviene nel web 2.0), ma evolve in una vera e propria co-creazione dell'esperienza. Gli utenti possono personalizzare avatar, scegliere asset virtuali e costruire narrazioni personali da condividere con la community. Questa partecipazione attiva, che crea un senso di appartenenza e coinvolgimento, accresce ulteriormente il valore percepito del marchio. Ad esempio, un brand di moda può offrire agli utenti la possibilità di creare collezioni personalizzate di abiti virtuali, aumentando il loro engagement (*CBEM*) e conseguentemente il valore percepito della marca (*CBEQM*).

La quarta ipotesi (*H4*) esplora invece la relazione diretta tra Consumer's Brand Engagement (*CBEM*) e Brand Love (*CBLM*). Gli autori ipotizzano che un coinvolgimento significativo e prolungato con il brand stimoli emozioni positive, trasformando il semplice interesse in un attaccamento emotivo stabile. Immaginiamo un'esperienza virtuale in cui un brand consente ai consumatori di partecipare a competizioni periodiche e di vincere premi esclusivi: questa continuità nell'interazione creerà un senso di affetto e affiliazione duratura per il brand.

Le ipotesi *H5a* e *H5b* indagano invece le conseguenze della Consumer-based Brand Equity (*CBEQM*) sul comportamento dei consumatori. In particolare, *H5a* sostiene che una brand equity solida nel Metaverso (ossia quanto il brand è ritenuto desiderabile, affidabile e distintivo) aumenti l'intenzione di acquisto (*CBIPM*), e come questa stessa brand equity (*H5b*) renda i consumatori più resistenti alle informazioni negative sul brand (*CRNIM*). Tanto più un brand ha costruito una forte equity attraverso esperienze positive (di valore e ingaggianti), tanto più i consumatori tenderanno, secondo gli autori, a ignorare o minimizzare eventuali critiche, mantenendo intatta la loro fiducia e alta la loro intenzione di acquisto. Un esempio può essere quello di un consumatore che, dopo aver partecipato a eventi esclusivi nel Metaverso di un brand automobilistico, che ritiene di valore,

desiderabile e distintivo, decida di acquistare un modello reale di una vettura di quel marchio, ignorando commenti negativi letti online.

Infine, le ipotesi *H6a* e *H6b* introducono la *Perceived Brand Authenticity* (*BAUT*) come moderatore delle relazioni tra Gamification Marketing Activities (*GMAM*) e, rispettivamente, Brand Love (*CBLM*) e Brand Engagement (*CBEM*). L'autenticità percepita del brand, definita come coerenza, unicità e genuinità, rappresenta un elemento cruciale per costruire fiducia e rafforzare il legame emotivo con i consumatori. Brand percepiti come autentici riescono a potenziare gli effetti delle strategie di gamification, aumentando sia il coinvolgimento sia "l'amore" (attaccamento emotivo) verso il brand. Ad esempio, un marchio che enfatizzi la propria autenticità attraverso storie uniche e trasparenti nel Metaverso, come la condivisione della propria storia di sostenibilità e inclusività, stimolerà una connessione più forte e genuina con i consumatori. I risultati dello studio confermano e validano il modello concettuale proposto.

L'ipotesi *H1*, che indaga la relazione diretta tra Gamification Marketing Activities (*GMAM*) e Consumer-based Brand Equity nel Metaverso (*CBEQM*), è stata confermata per entrambi i campioni. I coefficienti di regressione risultano significativi sia per il campione indiano ($\beta = 0{,}24$) sia per quello marocchino ($\beta = 0{,}32$), evidenziando come le attività di gamification contribuiscano alla costruzione di un valore percepito più solido del brand, migliorando l'esperienza dei consumatori e rafforzandone la fiducia.

L'ipotesi *H2*, che esplora il ruolo di mediatore del *Brand Love* (CBLM) nella relazione tra le *gamification marketing activities* (GMAM) e la *consumer-based brand equity* (CBEQM), è stata confermata in entrambi i contesti nazionali. I valori di β tra GMAM e CBLM risultano significativi sia per il Marocco ($\beta = 0{,}30$) sia per l'India ($\beta = 0{,}16$), così come la relazione tra CBLM e CBEQM (Marocco: $\beta = 0{,}18$; India: $\beta = 0{,}25$). Inoltre, l'effetto indiretto di GMAM su CBEQM mediato da CBLM è anch'esso significativo (Marocco: $\beta = 0{,}05$; India: $\beta = 0{,}04$), a conferma di un meccanismo di mediazione parziale. Tali risultati dimostrano che il *Brand Love* costituisce un indicatore chiave della qualità della relazione instaurata con il brand: le esperienze ludiche, personalizzate e condivise nel Metaverso non solo rafforzano il coinvolgimento emotivo con il brand, ma contribuiscono anche a consolidarne il valore.

L'ipotesi H3 considera invece il *Consumer Brand Engagement in the Metaverse* (CBEM) come ulteriore mediatore nella relazione tra GMAM e CBEQM. I risultati confermano la significatività delle relazioni per entrambi i campioni. Nella relazione diretta tra GMAM e

CBEM si rilevano β = 0,45 per il Marocco e β = 0,25 per l'India; nella relazione tra CBEM e CBEQM i valori sono invece β = 0,28 (Marocco) e β = 0,42 (India). Inoltre, anche l'effetto indiretto mediato risulta significativo in entrambi i casi (Marocco: β = 0,11; India: β = 0,10), a supporto dell'ipotesi di una mediazione parziale, evidenziando come il coinvolgimento attivo dei consumatori nel Metaverso, promosso da dinamiche di gamification, non si limiti a una partecipazione passiva, ma favorisca un processo di co-creazione dell'esperienza di marca. Ciò rafforza il senso di appartenenza alla brand community e contribuisce ad accrescere il valore percepito del brand, inteso come rilevanza, distintività e preferenza.

L'ipotesi *H4*, che esplora invece la relazione tra *CBEM* e *CBLM*, è risultata significativa solo per il campione marocchino (β = 0,33), suggerendo che un elevato livello di coinvolgimento può trasformarsi in un legame emotivo forte con il brand, mentre per il campione indiano questa relazione non è stata confermata (β = 0,11, p > 0,05).

Le ipotesi *H5a* e *H5b* analizzano invece le conseguenze della *Consumer-based Brand Equity in the Metaverse* (CBEQM) sull'intenzione di acquisto (CBIPM) e sulla resistenza alle informazioni negative (CRNIM). L'ipotesi *H5a* è confermata, con β = 0,68 per il Marocco e β = 0,71 per l'India, evidenziando come una brand equity forte nel Metaverso incrementi significativamente la propensione all'acquisto (una relazione non solo significativa ma anche la più forte fra quelle registrate). Analogamente, l'ipotesi *H5b* conferma come un'elevata brand equity contribuisca a ridurre la vulnerabilità alle informazioni negative, con β = 0,50 per il Marocco e β = 0,60 per l'India.

In entrambi i casi, quanto più elevata è la percezione del valore di marca, tanto maggiore sarà la probabilità di acquisto e la capacità di resistere a stimoli comunicativi potenzialmente dannosi. Questo atteggiamento, talvolta descritto in maniera semplicistica come un "*comportamento da fanboy*", sottende in realtà un forte attaccamento emotivo e cognitivo, attraverso cui i consumatori tendono a difendere il brand, a minimizzare le critiche esterne, mantenendo una elevata fedeltà perdurata nel tempo.

Infine, le ipotesi *H6a* e *H6b* introducono la *Perceived Brand Authenticity* (BAUT) come variabile moderatrice delle relazioni tra GMAM e, rispettivamente, *Consumer Brand Love* (CBLM) e *Consumer Brand Engagement in the Metaverse* (CBEM). L'ipotesi *H6a* risulta confermata esclusivamente per il campione marocchino (β = 0,07), mentre non raggiunge la significatività nel caso indiano. Al contrario, l'ipotesi *H6b* non trova supporto empirico in nessuno dei due contesti nazionali (β = -0,17 per il Marocco; β = -0,01 per l'India), risultando pertanto respinta. Questi esiti suggeriscono che la percezione di autenticità del

brand può rafforzare selettivamente il legame emotivo con la marca, ma non influisce in modo significativo sull'intensità del coinvolgimento comportamentale nel Metaverso.
L'analisi condotta conferma il potenziale strategico delle *Gamification Marketing Activities* (GMAM) nel Metaverso, restituendole come uno strumento capace di ridefinire in profondità la relazione tra brand e consumatore. Le dinamiche ludiche, se progettate in modo coerente con l'identità della marca, non si limitano a potenziare il coinvolgimento, ma contribuiscono in maniera significativa alla costruzione di una *brand equity* solida e differenziante. Attraverso la gamification, l'esperienza di marca assume una forma partecipativa e co-creativa: l'utente non solo interagisce, ma diventa parte integrante della narrazione del brand, contribuendo ad arricchirla con le proprie scelte e azioni.
Per i brand, ciò si traduce in vantaggi concreti. Una strategia di gamification ben calibrata può favorire l'instaurarsi di un legame emotivo (brand love), rafforzare il senso di appartenenza alla community (brand engagement) e consolidare la fiducia e la credibilità percepita (brand equity). Tali effetti hanno risvolti diretti in termini di comportamento: maggiore propensione all'acquisto, maggiore resilienza alle informazioni negative e, in alcuni casi, la trasformazione dei consumatori più coinvolti in veri e propri *brand advocate*, capaci di influenzare positivamente le scelte di altri utenti. Questi meccanismi risultano particolarmente efficaci nel Metaverso, un ambiente che amplifica le potenzialità della gamification grazie alla sua natura immersiva, interattiva e simbolicamente densa.
La possibilità di costruire esperienze personalizzate, di interagire con avatar e asset digitali, di partecipare a dinamiche di gioco condivise, rende l'engagement più profondo e memorabile rispetto a quanto avviene ad oggi nei canali digitali tradizionali. Inoltre, in un ecosistema ad alta intensità simbolica come il Metaverso, la gamification può diventare un vettore privilegiato per esprimere e rafforzare i valori del brand in modo esperienziale e non didascalico. La gamification non è quindi solo un espediente per catturare l'attenzione, ma una leva strategica per costruire valore nel tempo. I brand che sapranno utilizzarla in modo efficiente ed efficace, soprattutto nei nuovi spazi digitali immersivi, avranno maggiori possibilità di costruire relazioni solide, differenziarsi dalla concorrenza e consolidare la propria rilevanza culturale nel panorama consumer.

L'introduzione delle meccaniche di gioco nei contesti digitali, e in particolare nel Metaverso, risponde a una duplice esigenza: da un lato, intercetta le aspettative di un pubblico sempre più orientato verso esperienze immersive, partecipative, memorabili e sempre nuove nel corso del tempo; dall'altro, rappresenta per i brand una leva strategica

finalizzata all'aumento della conversione e al rafforzamento della relazione con il consumatore. La gamification consente quindi di trasformare la fruizione tradizionale - tipica delle piattaforme del web 2.0 - in un'esperienza attiva, personalizzata e coinvolgente, stimolando forme di interazione più profonde e continuative. In questo scenario, il Metaverso si configura come un laboratorio privilegiato per sperimentare nuove modalità di engagement e per costruire narrazioni di marca che siano al tempo stesso autentiche, dinamiche e co-create con l'utente.

In tale contesto, lo studio di (Flavián et al., 2024) si inserisce in questo dibattito, offrendo ulteriori spunti di riflessione sull'impatto delle dinamiche ludiche all'interno degli eventi virtuali. Gli autori analizzano in che modo l'introduzione di elementi di gamification all'interno di virtual events possa contrastare uno dei principali limiti di questo tipo di esperienze, ovvero il rischio di disattenzione e disconnessione emotiva da parte dei partecipanti. Attraverso meccaniche ludiche progettate con coerenza narrativa e funzionale, è possibile stimolare un coinvolgimento cognitivo ed emozionale più intenso, che renda l'esperienza più autentica, memorabile e significativa. Questo rafforzamento dell'esperienza, a sua volta, dovrebbe incidere positivamente sull'intenzione dell'utente a prendere parte a futuri eventi organizzati dai brand, consolidando nel tempo la relazione e la fiducia nei confronti delle organizzazioni promotrici di questi eventi virtuali (Spajić et al., 2022).

Lo studio (Flavián et al., 2024) si struttura su una metodologia consolidata delle ricerche di mercato: una prima fase qualitativa per esplorare i temi rilevanti, e una successiva indagine quantitativa con la scopo di validare i fenomeni emersi e misurarne la portata. Nella fase qualitativa sono stati condotti tre focus group, ciascuno composto da un numero variabile di partecipanti residenti in Spagna, garantendo un'omogenea distribuzione per età, genere e familiarità con le tecnologie. Prima dei focus group, i partecipanti hanno avuto accesso a uno spazio virtuale rappresentativo di un evento culturale reale, al fine di familiarizzare con l'ambiente e con le sue dinamiche di navigazione. Durante i focus group, è stato chiesto loro di interagire con gli elementi di gioco introdotti nell'ambiente virtuale, così da raccogliere impressioni sulla loro efficacia nel migliorare l'esperienza complessiva. Le discussioni sono state registrate e trascritte, per poi essere analizzate da tre ricercatori esperti in tecnologie immersive, che hanno codificato i contenuti individuando i temi principali. Sono emerse riflessioni sulla virtualizzazione dell'evento, sull'esperienza del Metaverso, sull'importanza della gamification come strumento di facilitazione e coinvolgimento, e sulle sfide legate alla trasmissione dell'autenticità dell'esperienza

culturale. In particolare, dalla fase qualitativa, si evidenzia come la gamification possa migliorare la capacità degli utenti di orientarsi e partecipare attivamente, riducendo le emozioni negative legate alla perdita di attenzione e potenziando la percezione di autenticità dell'evento. Questa fase qualitativa ha fornito una base solida per la successiva indagine quantitativa, volta a confermare e quantificare le relazioni ipotizzate.

Il modello teorico proposto (Figura 37a) si fonda sull'assunto che una delle principali criticità nella fruizione degli eventi virtuali risieda nella difficoltà degli utenti nel mantenere un'attenzione focalizzata e perdurata nel tempo.

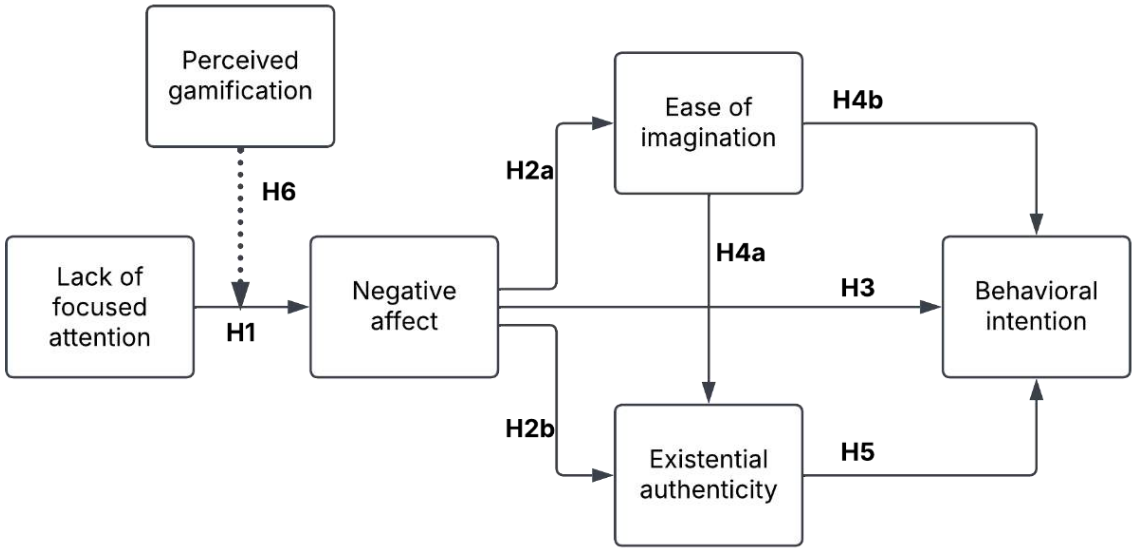


Figura 37a: Ipotesi modello sperimentale (Flavián et al., 2024).

In ambienti complessi e stimolanti come il Metaverso, la molteplicità di input può infatti facilmente generare un sovraccarico cognitivo (cognitive workload, visto nel primo capitolo (Puma et al., 2018; Jeffri & Awang Rambli, 2021; Xi et al., 2022; Kosch et al., 2023)), ostacolando la concentrazione sugli aspetti rilevanti, generando così frustrazione, disorientamento e confusione (*H1*). Si tratta, quindi, di un'esperienza potenzialmente ricca, ma che potrebbe risultare dispersiva e sopraffacente.

Secondo gli autori, queste emozioni negative possono compromettere la capacità dell'utente di elaborare l'esperienza in modo vivido e coerente (*H2a - Ease of Imagination*) e ridurre la percezione di autenticità esistenziale (*H2b*), intesa come connessione emotiva e personale con l'evento. La difficoltà nel gestire il carico cognitivo e le emozioni associate tende inoltre a compromettere la valutazione complessiva dell'esperienza, diminuendo la propensione a partecipare nuovamente o a raccomandare eventi simili (*H3 - Behavioral Intention*).

Un ruolo importante è quindi attribuito alla facilità di immaginazione, considerata una risorsa cognitiva in grado di compensare il possibile sovraccarico sensoriale degli ambienti virtuali: quando gli utenti riescono a prefigurare mentalmente l'evento, tendono a percepirlo come più autentico (*H4a*) e a manifestare una maggiore intenzione a ripetere l'esperienza (*H4b*). In questa dinamica, l'autenticità esistenziale assume un'importanza centrale: tanto più l'esperienza è vissuta come autentica e significativa, tanto più elevata sarà la disponibilità a partecipare nuovamente o a consigliarla ad altri (*H5*). Sebbene non sia il focus primario del modello, la gamification svolge tuttavia un ruolo rilevante come fattore moderatore. L'introduzione di elementi ludici - come sfide, ricompense e meccanismi di feedback - attenua gli effetti negativi della distrazione (*H6*), sostenendo il processo cognitivo e mantenendo alta la motivazione. Queste dinamiche favoriscono una navigazione più fluida nel Metaverso (e in generale negli ambienti immersivi), e contribuiscono a costruire un'esperienza più gratificante e coinvolgente, con un impatto positivo sull'intenzione a partecipare a futuri eventi promossi dai brand (Afacan, 2023).

La fase quantitativa si è articolata in due fasi. Nella prima i partecipanti hanno avuto accesso al Metaverso per vivere l'esperienza di un evento culturale virtuale ispirato a una tradizione culturale spagnola ben nota di Saragozza.

Per facilitare la navigazione, sono state fornite istruzioni su come muoversi nello spazio virtuale, interagire con oggetti e partecipare alle attività previste, tra cui alcuni elementi di gamification. Un sistema di controllo ha verificato l'effettiva partecipazione all'esperienza tramite screenshot degli avatar e registrazione del tempo trascorso nel Metaverso.



Figura 37b: Evento culturale nel Metaverso (Flavián et al., 2024).

Nella seconda fase, ai partecipanti è stato somministrato un questionario strutturato con scale validate per misurare mancanza di attenzione, emozioni negative, facilità di immaginazione, autenticità esistenziale, intenzioni comportamentali (Flavián et al., 2021) e percezione della gamification.

Il campione finale, composto da 219 partecipanti (età media 31,67 anni; SD = 9,84), risultava bilanciato in termini di genere (51% femmine e 49% maschi). Variabili di controllo come conoscenza del contesto culturale, attaccamento emotivo al luogo e

coinvolgimento personale con l'evento hanno contribuito a garantire la robustezza dei risultati.

I risultati dello studio confermano come la mancanza di attenzione focalizzata rappresenti una delle principali criticità per la fruizione di eventi culturali virtuali nel Metaverso. Il sovraccarico cognitivo (Xi et al., 2022) dovuto alla presenza di molteplici stimoli impedisce infatti agli utenti di concentrarsi sugli elementi essenziali dell'esperienza, generando emozioni negative come frustrazione e senso di smarrimento. L'ipotesi *H1* è quindi confermata, dimostrando come la mancanza di attenzione abbia un effetto diretto e significativo sull'insorgenza di stati affettivi negativi ($\beta = 0.474$, $p < 0.01$).

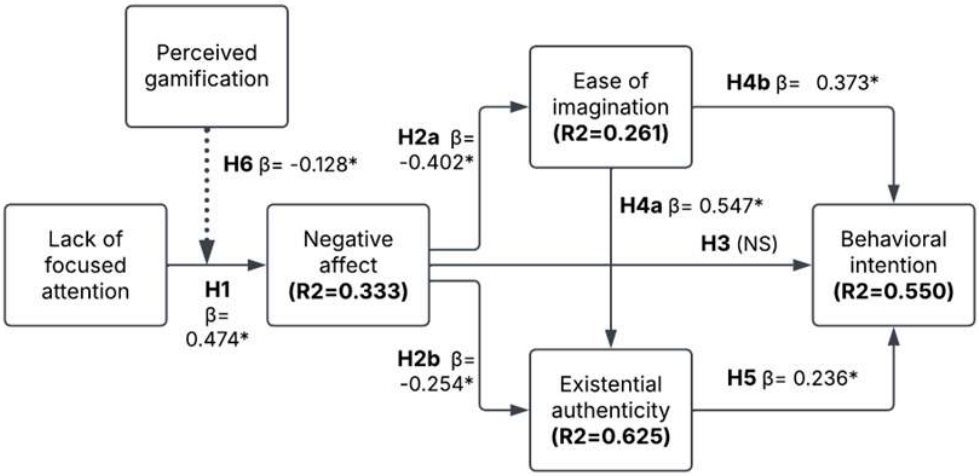


Figura 38: I risultati dello SEM (Flavián et al., 2024).

Le emozioni negative influenzano di conseguenza sia la facilità di immaginazione (*H2a*, $\beta = -0.402$, $p < 0.01$) sia la percezione di autenticità esistenziale (*H2b*, $\beta = -0.254$, $p < 0.01$), confermando come gli stati affettivi negativi riducano sia la capacità degli utenti di proiettarsi mentalmente nell'esperienza sia di percepire l'evento come autentico. L'ipotesi *H3*, che prevedeva invece un effetto diretto delle emozioni negative sulle intenzioni comportamentali, non trova supporto ($\beta = -0.074$, $p>0.05$). L'effetto delle emozioni negative si manifesta quindi indirettamente, attraverso la mediazione della facilità di immaginazione e dell'autenticità esistenziale, e non direttamente sul comportamento finale dell'utente.

In particolare, la facilità di immaginazione gioca un ruolo fondamentale nel migliorare la qualità dell'esperienza virtuale. Essa influisce positivamente sia sulla percezione di autenticità (*H4a*, $\beta = 0.547$, $p < 0.01$), sia sulle intenzioni comportamentali future (*H4b*, $\beta = 0.373$, $p < 0.01$). La possibilità di immaginare facilmente l'esperienza consente di colmare le limitazioni sensoriali del contesto virtuale, arricchendo la narrazione interna degli utenti e promuovendo un maggiore coinvolgimento. Anche la percezione di

autenticità esistenziale è un predittore determinante delle intenzioni comportamentali future (*H5*, $\beta = 0.236$, $p < 0.01$): gli utenti che percepiscono infatti l'esperienza come autentica manifestano una maggiore propensione a partecipare nuovamente a eventi simili e a raccomandare l'esperienza ad altri. Infine, la *gamification* assume un ruolo di *moderazione significativo nel modello* (*H6*, $\beta = -0.128$, $p < 0.01$). L'introduzione di meccaniche ludiche come sfide, ricompense e feedback contribuisce a ridurre gli effetti negativi della mancanza di attenzione, migliorando la navigazione e la comprensione dell'ambiente virtuale. Questo non solo facilita l'orientamento degli utenti, ma offre loro un'esperienza più dinamica e stimolante, riducendo la frustrazione e mantenendo alta la motivazione.

Nel complesso, la gamification si inserisce come parte integrante di un processo più ampio, volto a trasformare l'interazione passiva in un'esperienza coinvolgente e memorabile. Agendo in sinergia con la facilità di immaginazione e la percezione di autenticità, la gamification contribuisce a consolidare il legame emotivo con l'esperienza e a rafforzare l'intenzione a partecipare ad altri eventi in futuro, configurandosi ad oggi come elemento chiave di un processo più ampio di ridefinizione delle relazioni tra brand e consumatori nel panorama digitale. Non si limita infatti a migliorare l'esperienza utente, ma diventa un potente strumento di engagement e monetizzazione, capace di trasformare ogni interazione in un'opportunità per creare valore (economico e di immagine per il brand).
Nel Metaverso, in particolare, la combinazione di tecnologie immersive e strategie ludiche offre alle aziende nuove modalità per coinvolgere attivamente i consumatori, convertendoli da semplici spettatori a co-creatori di contenuti ed esperienze. Questo processo rafforza il legame emotivo con il brand, stimolando la partecipazione attraverso percorsi esperienziali personalizzati (Xie et al., 2023). Meccanismi come livelli, badge e premi digitali favoriscono non solo l'engagement, ma anche la costruzione di una community di utenti fidelizzati, potenzialmente disposti a investire tempo e risorse per consolidare la propria identità virtuale. Inoltre, la vendita di asset digitali esclusivi (NFT), la creazione di marketplace virtuali e l'offerta di servizi premium aprono nuovi modelli di business, consolidando la gamification come una leva strategica per generare valore economico. In questo scenario in continua evoluzione, la gamification rappresenta solo una delle strade possibili per la monetizzazione nel Metaverso. Un'altra, altrettanto significativa, è il fenomeno del gambling, che sfrutta le logiche del gioco d'azzardo per attrarre e coinvolgere gli utenti in dinamiche di rischio e ricompensa. Una nuova frontiera complessa che merita un approfondimento specifico.

2.2.2 La gamblification del Metaverso

La crescente convergenza tra dinamiche ludiche e pratiche di gioco d'azzardo ha dato origine a forme ibride note con il nome di *gamblification*. In questo contesto, il passaggio dalla *gamification* al *gambling* non si configura come una transizione lineare, ma come una progressiva sovrapposizione di elementi, che genera modelli di interazione sempre più ambigui, in cui l'intrattenimento digitale assume tratti affini al gioco d'azzardo (H. S. Kim & King, 2020). Il Metaverso, grazie alle esperienze interattive ad alta immersività proposte, e i nuovi sistemi di monetizzazione (NFT e Criptovalute), rappresenta un ambiente particolarmente favorevole a questa ibridazione.

Un esempio di questa sovrapposizione è rappresentato dalle *loot boxes*: contenitori digitali che offrono ricompense distribuite in modo casuale in cambio di pagamento: una dinamica ormai comune nel mobile gaming, dove l'utente può acquistare, ad esempio, un forziere o una "mistery box" sperando di ottenere un oggetto raro o un potenziamento utile nel gioco. In questi casi, pur non trattandosi di gioco d'azzardo in senso stretto, la logica dell'aleatorietà e la ripetizione dell'acquisto per ottenere esiti favorevoli avvicinano l'esperienza a quella delle scommesse. Nel Metaverso in particolare questa linea di confine si fa ancora più sfumata. Un esempio è offerto da Big Eyes Coin, progetto che ha introdotto meccanismi ispirati alle loot boxes durante la prevendita dei propri token. Gli utenti potevano infatti acquistare *Cute Boxes, Kitty Vaults e Super Saiyan Boxes* per ricevere premi di valore variabile, con la promessa implicita di guadagni elevati ma interamente affidati al caso. In questo caso, il sistema - mutuato dal mobile gaming - viene riadattato per finalità di investimento e marketing, accentuando la commistione tra logiche ludiche, gambling e speculazione finanziaria.



Figura 39: Esempio di Loot Box su Decentraland

Un'ulteriore forma di ibridazione è rappresentata dai *social casino games*, simulazioni di giochi d'azzardo che, pur non prevedendo premi in denaro reale, riproducono fedelmente

l'esperienza dei casinò tradizionali. Tali giochi possono costituire un potenziale punto di accesso al gambling, normalizzando le dinamiche di scommessa e predisponendo l'utente, soprattutto più giovani, a un coinvolgimento futuro.

Questa fluidità tra gaming e gambling solleva inoltre interrogativi etici e normativi. Le strategie di monetizzazione, spesso basate su microtransazioni e meccanismi di ricompensa aleatoria, possono incentivare comportamenti compulsivi. Una delle principali preoccupazioni riguarda il *gateway effect*, secondo cui l'esposizione precoce a dinamiche di gioco d'azzardo - anche in ambienti apparentemente ludici - aumenta la probabilità di sviluppare in futuro una dipendenza, soprattutto nei soggetti più giovani. La *gamblification* si configura dunque come l'integrazione strutturale di elementi tipici del gioco d'azzardo all'interno dei videogiochi e, più in generale, delle esperienze di intrattenimento digitale (Delfabbro & King, 2023). Essa si manifesta attraverso meccanismi di ricompensa aleatori, modelli di progressione basati su incentivi variabili e sistemi di microtransazioni che sfruttano la gratificazione intermittente per stimolare la ripetizione dell'azione di gioco. Strumenti come *loot boxes*, *gacha mechanics* e *blind packs*, sebbene formalmente inquadrabili nella gamification, operano quindi secondo logiche che li avvicinano al gambling tradizionale.

Un ruolo centrale in questo processo è giocato dalle criptovalute e dalla tecnologia blockchain, che ampliano le opportunità di monetizzazione e contribuiscono a rendere ancora più sfumati i confini tra gioco, scommessa e investimento speculativo. L'integrazione di asset digitali nelle piattaforme videoludiche trasforma valute e oggetti virtuali in strumenti di scambio economico, alimentando un ecosistema in cui il valore è determinato da logiche di mercato. Modelli come il *play-to-earn* - in cui i giocatori guadagnano criptovalute attraverso l'attività ludica - rafforzano ulteriormente questa convergenza.

La *three-way convergence* tra gaming, gambling e trading di criptovalute evidenzia come i confini tra intrattenimento, scommessa e speculazione siano sempre più porosi. Il Metaverso costituisce il contesto ideale per questa sovrapposizione, offrendo esperienze immersive in cui gli utenti possono giocare, scommettere e investire simultaneamente. L'adozione di giochi basati su blockchain, che richiedono l'acquisto di NFT per accedere al gameplay, rende l'ingresso in queste piattaforme subordinato alla conoscenza di strumenti finanziari decentralizzati, ridefinendo le logiche economiche dell'intrattenimento digitale, normalizzando pratiche ad alto rischio e contribuendo a una progressiva

assuefazione a dinamiche di scommessa, in particolare tra le fasce più giovani della popolazione.

L'analisi finora condotta evidenzia come il Metaverso costituisca un ambiente privilegiato per la gamblification (anche se non l'unico), dando origine a un'economia digitale in cui le dinamiche di gioco si intrecciano con pratiche speculative e modelli di monetizzazione tramite Token ed NFT. In questo contesto, Decentraland rappresenta un caso-studio rilevante per comprendere l'impatto della gamblification su piattaforme basate su blockchain. L'importante diffusione di luoghi e attività di gambling in questo Metaverso decentralizzato solleva importanti interrogativi sulla natura delle interazioni economiche tra gli utenti e sul ruolo di specifici attori nella regolazione delle transazioni virtuali.
Per approfondire queste dinamiche, lo studio di (Trujillo et al., 2024) analizza l'influenza di Decentral Games e del suo casinò virtuale ICE Poker nel modellare il comportamento degli utenti all'interno di Decentraland, con particolare attenzione ai meccanismi di trasferimento e vendita di asset digitali, nonché alla distribuzione spaziale delle visite nel mondo virtuale. Decentraland è una piattaforma virtuale basata su blockchain che consente agli utenti di acquistare terreni digitali, sviluppare contenuti e interagire in un ambiente immersivo (Guidi & Michienzi, 2022), mentre Decentral Games (DG) è un operatore privato che ha creato e gestisce ICE Poker, una delle attività più rilevanti all'interno della piattaforma. DG non è quindi parte integrante di Decentraland, ma ne sfrutta l'infrastruttura per offrire un'esperienza di gioco d'azzardo, basata su meccanismi di play-to-earn e asset digitali come i wearables, necessari per accedere alle attività di ICE Poker.
L'obiettivo principale dello studio è esaminare il grado di centralizzazione economica determinato dalla presenza di un operatore dominante come Decentral Games, valutando il suo impatto su due livelli: da un lato, il controllo sugli asset digitali, in particolare i wearables, che risultano indispensabili per partecipare alle attività di gioco; dall'altro, la capacità di attrarre e concentrare il traffico degli utenti in specifiche aree della piattaforma.

Gli autori (Trujillo et al., 2024) formulano due domande di ricerca, orientate a indagare tanto la distribuzione economica degli asset digitali funzionali al gioco d'azzardo quanto i pattern di comportamento spaziale degli utenti.
La prima domanda di ricerca (*RQ1*) riguarda la distribuzione e il trasferimento dei wearables, ovvero oggetti digitali che, in Decentraland, non solo svolgono una funzione estetica di personalizzazione degli avatar, ma rappresentano anche requisiti funzionali per

accedere a specifiche attività. In particolare, nel caso dei casinò ICE Poker (si veda in Figura 40 la struttura dell'ambiente), l'ingresso ai tavoli da gioco è vincolato al possesso di uno specifico wearable NFT emesso da Decentral Games, configurando di fatto un sistema di accesso selettivo basato sul possesso di asset digitali. Questo meccanismo trasforma gli wearable in strumenti di regolazione dell'accesso al gambling virtuale, rendendo la loro distribuzione e proprietà un indicatore strategico per comprendere la concentrazione del potere economico all'interno della piattaforma



Figura 40: ICE Poker, il casinò virtuale gestito da Decentral Games in Decentraland. L'immagine mostra l'ambiente di gioco, con tavoli da poker, leaderboard con classifiche giornaliere e sfide per accumulare il Token ICE. Gli utenti possono partecipare alle attività attraverso avatar personalizzati, utilizzando wearables digitali che fungono da requisito per accedere ai giochi e guadagnare ricompense. L'interfaccia evidenzia anche le dinamiche di gamification, con incentivi basati su progressione e competizione.

La seconda domanda di ricerca (*RQ2*) si concentra invece sulla distribuzione spaziale delle visite degli utenti all'interno della piattaforma, con l'obiettivo di verificare se i casinò ICE Poker costituiscano i principali poli di attrazione per il traffico virtuale. Un'elevata concentrazione di presenze in tali aree suggerirebbe una centralità strutturale delle attività di gambling nel determinare i flussi di navigazione. In tal modo, l'esperienza del Metaverso non si configurerebbe esclusivamente come spazio di creatività, socializzazione ed esplorazione, ma si caratterizzerebbe anche - e forse soprattutto - per una forte componente legata al gioco d'azzardo digitalizzato, alimentato da un'economia fondata su asset virtuali e logiche speculative. Questo dato risulta particolarmente significativo, alla luce delle narrative dominanti sul Metaverso come spazio decentralizzato e partecipativo, ponendo in

evidenza la possibile esistenza di dinamiche accentratrici e asimmetrie di potere in grado di canalizzare l'attenzione e le risorse verso attività economiche specifiche.

Per valutare l'eventuale concentrazione del mercato degli wearables nelle mani di Decentral Games (*RQ1*), gli autori hanno raccolto ed esaminato i dati relativi ai trasferimenti di wearables su Decentraland, basati su blockchain Polygon. Il dataset analizzato comprendeva 5,9 milioni di transazioni di wearables registrate tra giugno 2021 e maggio 2023. Un aspetto centrale dell'indagine è stato il confronto tra i trasferimenti complessivi e quelli specificamente attribuibili a DG, con l'obiettivo di verificare se gli wearables creati da quest'ultimo (DG) avessero un'incidenza significativamente maggiore rispetto agli altri asset digitali presenti in Decentraland.
Per rispondere a tale domanda è stato utilizzato un test binomiale per confrontare la percentuale di trasferimenti di wearables attesi con quelli effettivamente registrati. I risultati hanno mostrato che il 15,1% dei wearables presenti su Decentraland era stato creato da Decentral Games e registrato su blockchain, una quota significativamente superiore rispetto a quella degli altri creatori di asset digitali. Questo dato indica che DG non solo è uno dei principali produttori di wearables, ma che i suoi asset hanno un peso maggiore nelle dinamiche di mercato del Metaverso. L'analisi della distribuzione delle vendite ha inoltre mostrato che, sebbene DG rappresentasse solo lo 0,9% dei wearables presenti sui marketplace, i suoi wearables generavano il 17,3% del volume complessivo delle vendite, suggerendo una maggiore domanda per gli asset digitali legati all'ecosistema di ICE Poker. Questa sproporzione è confermata dall'analisi del rischio relativo (*Relative Risk, RR*), che evidenzia come gli wearable di DG abbiano una probabilità 18 volte superiore di essere coinvolti in una transazione economica rispetto ad altri asset digitali della stessa tipologia.

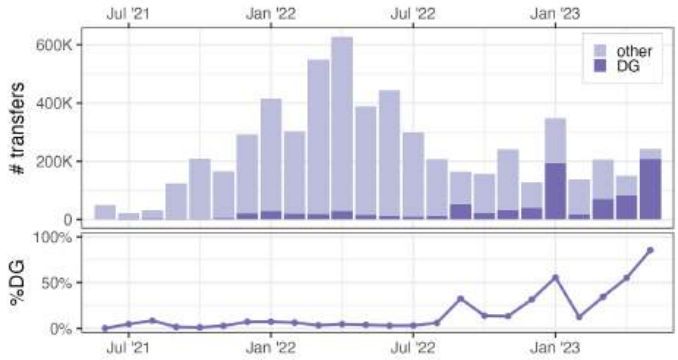


Figura 41: Numero mensile di trasferimenti di wearables su Decentraland registrati su blockchain Polygon e percentuale di trasferimenti associati a Decentral Games (DG: colore viola scuro vs viola chiaro: others). L'incremento osservato nel 2022 è correlato al lancio dell'app ICE Poker Arcade a settembre dello stesso anno, evidenziando il ruolo centrale di questi asset digitali nel mercato di Decentraland. (Trujillo et al., 2024)

L'andamento temporale delle transazioni, illustrato in Figura 41 (sopra), mostra un aumento progressivo del numero di trasferimenti mensili degli wearables su Decentraland, con un

picco evidente a partire da settembre 2022 per gli wearable associati a DG. L'analisi delle serie storiche, condotta attraverso la decomposizione stagionale (STL*: Seasonal and Trend decomposition using Loess*), ha messo in luce due momenti chiave di crescita del mercato: il primo, a novembre 2021, coinciso con il lancio degli wearables a tema ICE Poker e il rebranding di Meta, e il secondo, a settembre 2022, in concomitanza con l'introduzione di ICE Poker Arcade.

Parallelamente, la Figura 42 evidenzia l'andamento del volume di vendite in USD, mostrando come i wearables di DG abbiano generato un valore economico particolarmente elevato, con un picco a novembre 2021. Questo incremento è riconducibile alla crescente domanda di questi asset come *requisiti di accesso* all'ecosistema ICE Poker, rafforzando l'ipotesi che il valore di mercato dei wearables non fosse determinato esclusivamente da fattori estetici o di collezionismo, ma dalla loro funzionalità di accesso a una delle attività più diffuse in questo Metaverso decentralizzato: il gioco d'azzardo.

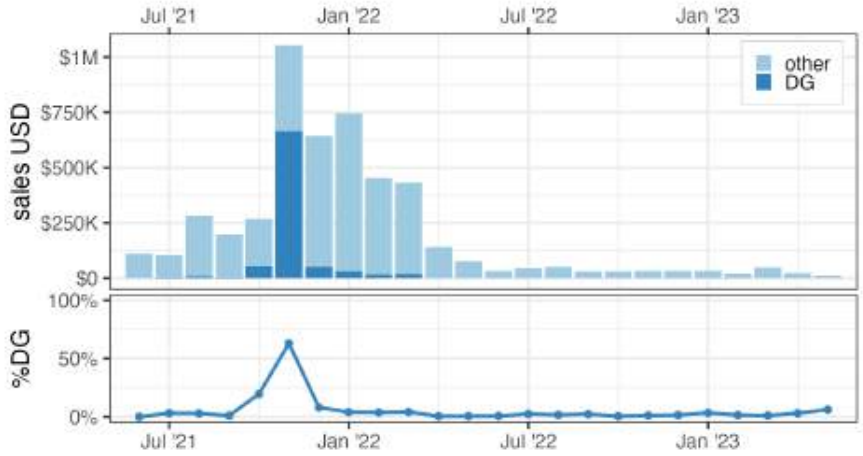


Figura 42: Volume mensile delle vendite di wearables su Decentraland, effettuate attraverso i marketplace di Decentraland e OpenSea, con relativa quota di transazioni riconducibili a Decentral Games (DG). Il picco di novembre 2021 è legato al lancio dei wearables a tema ICE, il cui valore è aumentato significativamente in seguito al rebranding di Meta. L'andamento dei volumi di vendita suggerisce una stretta correlazione tra il mercato dei wearables e la dinamica speculativa associata agli asset digitali di DG. (Trujillo et al., 2024)

Questi risultati evidenziano come il gambling rappresenti una componente strutturale e trainante dell'economia di Decentraland, confermando come il Metaverso, più che uno spazio di puro gaming o creatività, si sviluppi lungo direttrici riconducibili alla gamblification. In questo scenario, Decentraland si configura non come un ambiente neutro e decentralizzato, ma come un ecosistema caratterizzato dalla presenza di attori in grado di canalizzare traffico, valore e comportamenti degli utenti verso attività a elevata componente speculativa, ridefinendo i confini tra intrattenimento, scommessa e investimento.

La seconda domanda di ricerca (*RQ2*) si propone invece di analizzare la distribuzione spaziale delle visite degli utenti all'interno di Decentraland, con particolare attenzione ai

casinò ICE Poker. Per rispondere a questa domanda (Trujillo et al., 2024), sono stati utilizzati i dati di log degli spostamenti in-world, registrati a intervalli di 20 secondi su un periodo di dieci mesi (da luglio 2022 a maggio 2023). L'analisi ha preso in esame un totale di 451.413 account distinti e 7,5 milioni di ore trascorse nella piattaforma, quantificando così la centralità delle aree di gambling rispetto ad altre zone di Decentraland.

Per valutare il livello di concentrazione delle visite nei casinò ICE Poker rispetto al resto della piattaforma, è stato utilizzato un modello di rischio relativo (*Relative Risk, RR*), che consente di confrontare la probabilità di permanenza in un'area specifica rispetto alle altre. I risultati hanno evidenziato che il 22,7% del tempo totale trascorso dagli utenti nel Metaverso era concentrato nei casinò ICE Poker: una probabilità 12 volte superiore rispetto alle altre aree di Decentraland.

L'analisi del numero di visitatori giornalieri mostra inoltre come il 33% degli utenti attivi quotidianamente su Decentraland si trovasse nei casinò ICE Poker, a conferma della loro capacità di attrarre una quota stabile e rilevante del traffico complessivo.

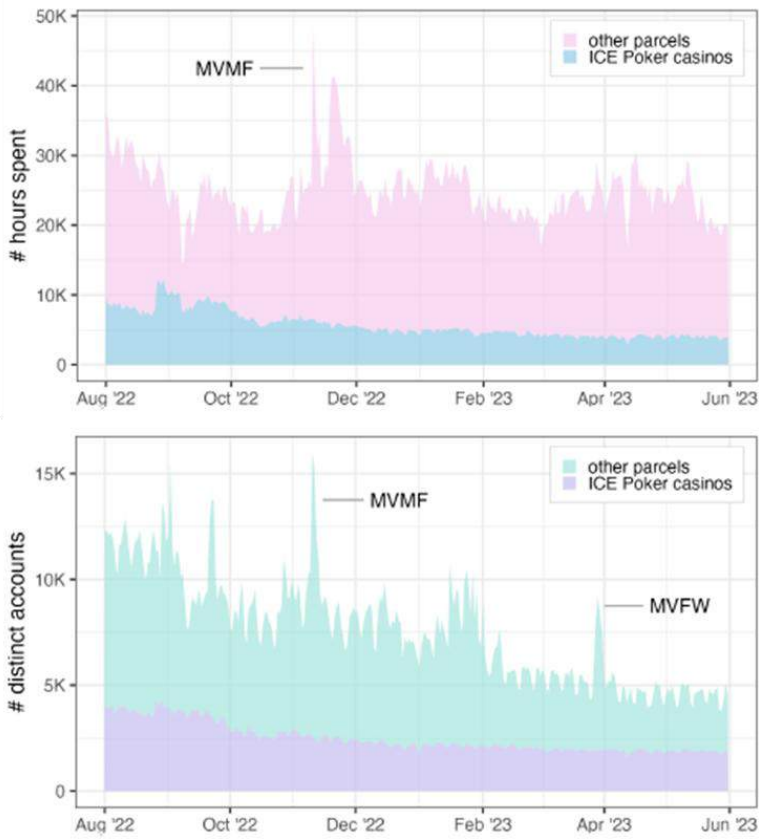


Figura 43: La distribuzione del tempo trascorso giornalmente su Decentraland evidenzia come ICE Poker assorba una quota rilevante del tempo totale degli utenti (20% in media), con un picco durante il Metaverse Music Festival (MVMF). Nel grafico successivo viene mostrato il numero di utenti distinti che visitano la piattaforma, con ICE Poker che attira stabilmente il 33% dei visitatori giornalieri. (Trujillo et al., 2024)

La Figura 43 mostra come la presenza nei casinò ICE Poker abbia registrato picchi significativi durante eventi di grande rilevanza, come il Metaverse Music Festival (MVMF) di novembre 2022, che ha determinato l'incremento maggiore sia in termini di tempo trascorso che di utenti attivi. Un'altra crescita delle visite si è verificata in occasione della Metaverse Fashion Week (MVFW) a marzo 2023, anche se con un impatto più limitato e circoscritto nel tempo. La decomposizione STL (Seasonal and Trend decomposition using Loess), identifica trend stagionali e variazioni significative nel comportamento degli utenti, con una tendenza moderatamente decrescente nel tempo medio trascorso nei casinò ICE Poker, suggerendo un progressivo calo dell'engagement, pur senza compromettere la loro posizione dominante rispetto alle altre aree di Decentraland. Il test binomiale sulle visite conferma inoltre come la probabilità che un utente trascorresse tempo nei casinò ICE Poker fosse maggiore della media registrata per altre zone della piattaforma.
I risultati emersi dall'analisi (Trujillo et al., 2024) confermano in modo chiaro il ruolo centrale esercitato da Decentral Games nella modellazione delle dinamiche economiche e sociali in Decentraland. L'elevata incidenza delle transazioni legate a wearables prodotti da DG indica una forma di concentrazione economica su asset digitali che non svolgono solo una funzione estetica, ma rappresentano condizioni di accesso privilegiate a una delle attività più rilevanti della piattaforma: il gioco d'azzardo virtuale. Parallelamente, la concentrazione del traffico utente nei casinò ICE Poker suggerisce come le dinamiche di gambling non costituiscano un elemento marginale, bensì una componente strutturale e strategica dell'esperienza nel Metaverso, capace di orientarne la fruizione, il tempo di permanenza e le logiche di partecipazione.

Il fenomeno della gamblification emerge quindi non soltanto come meccanismo di monetizzazione degli asset digitali, ma anche come dispositivo di progettazione degli ambienti virtuali, concepiti per incentivare la spesa e prolungare il tempo di permanenza degli utenti. Tale configurazione evidenzia una crescente intersezione tra gaming, gambling e mercato digitale, con ricadute significative sia sul piano economico sia su quello sociale, sollevando interrogativi cruciali circa le modalità di regolamentazione futura di questi spazi (H. S. Kim & King, 2020). Accanto alle logiche della *gamblification*, anche la *gamification* rappresenta una leva centrale nell'economia del Metaverso: non più solo strumento ludico, essa diventa una strategia di engagement che contribuisce a strutturare ambienti immersivi, interattivi e ad alta retention, nei quali i brand possono sviluppare modalità inedite di contatto, promozione e fidelizzazione.

In questo scenario ibrido, in cui convergono intrattenimento, interazione e scambio economico, alcuni settori hanno conosciuto una trasformazione particolarmente rilevante. Tra questi, l'arte digitale assume un ruolo chiave, non solo per l'innovazione nei linguaggi e nei formati espressivi, ma anche per l'introduzione di nuovi paradigmi di creazione, distribuzione e valorizzazione economica delle opere (Mekacher et al., 2022). La diffusione degli NFT ha ridefinito il concetto stesso di proprietà e autenticità nel contesto artistico digitale, contribuendo a fare dell'arte uno degli asset più significativi nella nuova economia del Metaverso. La sezione successiva si concentrerà sull'analisi di questo fenomeno, approfondendone le logiche di mercato, le dinamiche speculative e le implicazioni culturali, in continuità con quanto discusso nelle sezioni precedenti.

2.2.3 Arte oltre l'arte: il mercato degli NFT

Nel Metaverso, l'arte digitale si configura come uno dei settori più dinamici e ad alto impatto economico, grazie soprattutto alla diffusione degli NFT (Non-Fungible Token). Accanto alla gamification e alla gamblification, la vendita di NFT di opere d'arte rappresenta uno dei principali driver di monetizzazione di questo nuovo ecosistema digitale (Alice, 2023). Come discusso nella sezione 1.3.2, gli NFT introducono una nuova forma di asset che, basandosi su tecnologia blockchain, consente di certificare l'autenticità e la proprietà di opere digitali (Ante, 2023). Nel contesto artistico, questa innovazione assume un significato particolarmente rilevante, permettendo agli artisti non solo di monetizzare le proprie creazioni, ma anche di raggiungere direttamente un pubblico globale, superando i canali distributivi tradizionali. Il principio di scarsità digitale - che assegna a ciascuna opera un'identità univoca e tracciabile - ridefinisce la logica del mercato dell'arte, dove il valore non è più determinato esclusivamente da criteri estetici, ma anche da dinamiche speculative, pratiche di collezionismo e strategie di community-building. Confini sempre più sfumati delineano un mercato degli NFT d'arte dotato di proprie logiche, parzialmente autonome rispetto sia alle dinamiche di gamification e gamblification, sia al funzionamento consolidato del mercato dell'arte contemporaneo.

Il caso del Bored Ape Yacht Club (E. Lee, 2021; Suchow & Ashrafimoghari, 2022), discusso nel capitolo precedente, rappresenta un esempio emblematico dell'evoluzione dell'arte digitale nel Metaverso. Più che una semplice collezione di immagini digitali, si configura come un sistema di appartenenza e costruzione di valore economico, fondato sull'esclusività e sul coinvolgimento attivo della community (Quaranta, 2021). L'accesso a eventi riservati, le opportunità di branding e il senso di membership hanno contribuito a far

sì che il valore dei Bored Ape trascendesse la dimensione artistica, trasformandosi in un asset speculativo e in uno status symbol digitale. Un altro caso paradigmatico è quello di Beeple, alias Mike Winkelmann, che ha segnato una svolta nel mercato dell'arte digitale. La vendita all'asta dell'NFT '*Everydays: The First 5000 Days'* per 69,3 milioni di dollari, a marzo 2021, ha mostrato non solo come gli NFT possano raggiungere quotazioni simili a quelle dell'arte tradizionale, ma soprattutto quanto il settore sia ormai permeato da logiche di finanziarizzazione, in parte ormai superate dopo l'esplosione della bolla speculativa creatasi intorno agli stessi NFT.

Le piattaforme di compravendita come OpenSea, Nifty Gateway e Foundation giocano un ruolo centrale in questa trasformazione, non limitandosi a ospitare le transazioni, ma influenzando attivamente la visibilità, il prezzo e la circolazione delle opere, attraverso meccanismi di *gamification* come aste dinamiche, classifiche e sistemi di *rarity score* (White et al., 2022). In questo modo, la qualità estetica non è più l'unico criterio di valutazione: la percezione del valore di un'opera è modellata anche dalle logiche algoritmiche delle piattaforme e dalle strategie di *engagement*. Se da un lato gli NFT hanno quindi ampliato le opportunità per gli artisti, consentendo una monetizzazione diretta, e l'accesso a un mercato globale senza intermediari tradizionali, dall'altro hanno introdotto nuove criticità. Il mercato si caratterizza per un'elevata volatilità, soggetta a strategie speculative come *pump-and-dump* e a repentini cambiamenti della domanda.

In questo contesto, l'arte digitale nel Metaverso si configura come un settore di forte innovazione, ma anche di instabilità strutturale. La possibilità di monetizzare le opere ha reso l'arte un asset commercializzabile su scala globale, interessando anche utenti prima non coinvolti in questo settore, ma, al tempo stesso, ha anche accentuato la sovrapposizione tra valore culturale e valore finanziario delle singole produzioni artistiche. Il risultato è un ecosistema in cui il prezzo di un'opera è determinato da una combinazione di qualità estetica, scarsità programmata, dinamiche di *community* e strategie delle piattaforme, ridefinendo in profondità le logiche del mercato artistico contemporaneo. La monetizzazione dell'arte nel Metaverso non è dunque un fenomeno isolato, ma parte integrante di un più ampio processo di trasformazione dell'economia digitale (insieme ai processi di gamification e gamblification), in cui il concetto stesso di valore si ridefinisce sulla base di nuove logiche di esclusività, partecipazione e speculazione. In questo scenario in rapida evoluzione, è fondamentale interrogarsi su come tali dinamiche stiano ridefinendo le traiettorie del mercato dell'arte e sulle strategie messe in atto da artisti e collezionisti per

orientarsi in un panorama che sfida le categorie tradizionali di produzione, fruizione e valutazione dell'opera.

In particolare, lo studio di (Pala & Sefer, 2024) analizza tre fattori chiave nella determinazione del prezzo e della commerciabilità degli NFT d'arte: il prezzo di vendita primaria, quello di rivendita nel mercato secondario, e la probabilità che un NFT venga effettivamente scambiato dopo la sua prima vendita.

- Il *prezzo primario* rappresenta il valore iniziale di vendita di un NFT nel momento in cui è immesso sul mercato. Questo parametro è influenzato da molteplici fattori, tra cui le caratteristiche visive dell'opera, la notorietà dell'artista, la piattaforma su cui viene venduto e il contesto di mercato al momento del lancio. La rarità svolge inoltre un ruolo determinante: NFT con attributi visivi unici, o con una chiara collocazione in collezioni prestigiose, tendono a ottenere valutazioni più elevate già nella fase iniziale di vendita.
- Il secondo elemento di analisi riguarda il *prezzo di vendita secondario*, ovvero la variazione di valore che un NFT può subire nel passaggio dal mercato primario a quello secondario. Analogamente a quanto avviene nel fenomeno del *reselling* di oggetti da collezione - come sneaker, biglietti per eventi o edizioni limitate - il prezzo di rivendita di un NFT non si sviluppa all'interno di un sistema neutrale in cui il valore iniziale viene semplicemente mantenuto o trasferito. Al contrario, esso è fortemente influenzato da fattori esterni come la domanda specifica della collezione, l'andamento generale del mercato NFT, la reputazione del creatore, nonché dalla capacità percepita dell'asset di conservare o accrescere il proprio valore nel tempo. La presenza di dinamiche speculative, derivate dal *reselling*, rende questo parametro particolarmente instabile, con oscillazioni di prezzo che possono risultare significative anche nel brevissimo periodo.
- Infine, il terzo elemento preso in esame è la *probabilità di rivendita sul mercato secondario*, che si riferisce alla possibilità che un NFT sia effettivamente scambiato dopo la sua prima vendita. Questo parametro è strettamente legato al comportamento dei trader e alla liquidità del mercato. NFT appartenenti a collezioni con un elevato tasso di scambiabilità tendono ad avere una probabilità più alta di essere rivenduti, mentre asset meno conosciuti, o appartenenti a nicchie di mercato più ristrette, rischiano di rimanere invenduti o di subire una svalutazione progressiva.

L'analisi di tali variabili consente di approfondire le logiche attraverso cui il valore degli NFT si costruisce e modifica nel tempo. L'utilizzo di modelli predittivi basati su tecniche

di deep e machine learning, messe in atto dagli autori (Pala & Sefer, 2024), permette di affinare la comprensione di queste dinamiche, integrando dati visivi e transazionali per una valutazione più accurata dei pattern di mercato.

Per analizzare il mercato di questi NFT, gli autori hanno costruito un dataset raccogliendo le transazioni registrate sulle principali piattaforme di scambio, tra cui OpenSea, Ethereum e WAX Blockchain. Il dataset, composto da immagini di risoluzione standard 256×256 pixel, ha consentito di tracciare l'intero ciclo di vita di un NFT, dalla sua creazione (*minting*) fino alle eventuali rivendite sul mercato secondario. L'obiettivo principale è identificare le variabili che influenzano il valore e la commerciabilità di questi asset digitali, attraverso l'osservazione delle variazioni di prezzo e delle dinamiche di mercato in un arco temporale esteso. Prima dello svolgimento delle analisi sui parametri considerati, gli NFT appartenenti al dataset sono stati classificati in sei categorie:

- Gli NFT artistici (*Arte*) restano legati alla dimensione estetica e culturale, con un valore che dipende dall'autorialità, dalla rarità percepita e dal contesto di mercato. La loro commerciabilità può essere meno prevedibile rispetto ad altre categorie, perché influenzata da fattori soggettivi e dal prestigio dell'artista.
- I *Collectibles* rappresentano invece il tool per strategie di marketing e per creare engagement nei consumatori, poiché offrono ai possessori vantaggi esclusivi, accesso a community o esperienze premium. Il loro valore è spesso determinato da dinamiche di scarsità e dal coinvolgimento della fanbase (come nel caso del Bored Ape Yacht Club) (Venugopal et al., 2023).
- Gli *Utility* hanno invece una funzione più pragmatica, come accessi esclusivi, smart contracts o vantaggi nei servizi digitali. Nel contesto del gambling, gli NFT utility possono servire, come visto per l'ICE Poker Casinò, per l'accesso a piattaforme di gioco d'azzardo basate su blockchain.
- I *Games NFT* sono invece asset pensati per il mondo del gaming e del Metaverso, con un valore spesso legato alla loro usabilità nei giochi (skin, oggetti, avatar). Qui il design e le feature interattive giocano un ruolo centrale nella determinazione del valore/prezzo.
- *Metaverso* (Metaverse) sono invece catalogati dagli autori come asset digitali impiegati nei mondi virtuali, quali terreni digitali (Güven & Ercan, 2022), edifici, accessori per avatar.
- *Altro* (Other) rappresenta la categoria residuale che comprende NFT non classificabili nelle tipologie precedenti, spesso legati a progetti sperimentali.

Oltre ai dati relativi ai prezzi di vendita primari e secondari (e alla tipologia di NFT), il dataset (Pala & Sefer, 2024) include informazioni strutturali sui singoli beni digitali, come metadati visivi, caratteristiche della collezione di appartenenza e la struttura della rete di transazioni che li hanno interessati. L'analisi si focalizza su quattro aspetti chiave che contribuiscono alla determinazione del valore economico di un NFT:

- In primo luogo, le *caratteristiche visive dell'NFT*. Gli NFT d'arte (e non solo) presentano infatti attributi grafici distintivi che influenzano direttamente la loro desiderabilità e il valore di mercato. Uno degli indicatori più rilevanti è il *rarity score*, che quantifica la rarità di un NFT all'interno della sua collezione in base a specifici tratti visivi, quali colore, composizione, dettagli unici o caratteristiche distintive generate attraverso algoritmi di *procedural generation* (si pensi alle varianti del BAYC). Questo score viene calcolato aggregando la frequenza di ciascun tratto rispetto all'intera collezione, e ponderando il contributo di ciascun attributo rispetto al valore complessivo dell'opera. Oltre alla rarità, sono stati considerati altre visual features, fra cui la qualità dell'immagine, il livello di dettaglio e l'eventuale presenza di elementi animati o interattivi (Guidi & Michienzi, 2023).
- Un secondo fattore è il *prezzo medio della collezione*. Il valore di un NFT è spesso infatti influenzato dall'andamento complessivo della collezione a cui appartiene. Per questa ragione, è stato calcolato il prezzo medio di vendita di ogni collezione nel dataset, al fine di valutare la correlazione tra il valore dell'NFT individuale e il *brand equity* della sua serie di riferimento (ossia il valore medio dell'intera collezione di appartenenza). Le collezioni più consolidate, caratterizzate da un volume di scambi elevato e da un'ampia base di acquirenti, tendono a stabilizzare i prezzi degli NFT che vi appartengono. Tale parametro è stato utilizzato sia come variabile esplicativa nei modelli predittivi sia come fattore di controllo per analisi comparative tra NFT di diversa provenienza.
- È stato inoltre analizzato il *network di venditori e acquirenti.* La struttura del mercato secondario degli NFT è infatti influenzata dal comportamento degli operatori economici che vi partecipano. Per modellare questi effetti, sono stati analizzati i grafi di transazione tra venditori e acquirenti, valutando metriche quali la *degree centrality*, che misura il numero di connessioni dirette di un nodo (ossia il numero di transazioni effettuate da un venditore o acquirente), e la *betweenness centrality,* che esprime il ruolo di un nodo come intermediario nelle transazioni di rete. L'ipotesi sottostante è che

venditori con un'elevata centralità nel network abbiano maggiore probabilità di vendere NFT a prezzi più elevati, in virtù della loro reputazione e della fiducia acquisita nel mercato.

- Infine, è stato considerato lo *storico delle rivendite*, considerando la frequenza e la velocità con cui gli NFT vengono rimessi sul mercato dopo la vendita primaria. Questo parametro è calcolato in base all'intervallo di tempo che intercorre tra transazioni successive dello stesso NFT e alla distribuzione delle rivendite nel dataset. NFT che vengono rivenduti rapidamente suggeriscono una maggiore liquidità e una domanda più elevata, mentre quelli che restano invenduti per lunghi periodi indicano un disinteresse del mercato o un interesse circoscritto a gruppi specifici.

Per analizzare le variabili sopra descritte e costruire modelli predittivi della dinamica di prezzo e della probabilità di rivendita è stata effettuata in prima istanza una regressione logistica binaria per stimare la probabilità che un NFT venga rivenduto almeno una volta dopo la vendita primaria. Il modello è stato formulato con variabile dipendente pari a 1 se l'NFT è stato rivenduto, e 0 nel caso opposto (mancata rivendita). Le variabili indipendenti includevano il rarity score, il prezzo medio della collezione, la centralità del venditore e la velocità di rivendita, ossia le quattro variabili indipendenti prima descritte. I coefficienti ottenuti quantificano il contributo di ciascun fattore alla probabilità di rivendita.

Per la previsione del prezzo degli NFT sono stati invece adottati due modelli basati su alberi decisionali: Random Forest e XGBoost. La Random Forest è un modello di ensemble learning che combina molteplici alberi decisionali addestrati su sottoinsiemi casuali del dataset, migliorando la robustezza delle previsioni e riducendo il rischio di overfitting. L'eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) è invece un modello di boosting che costruisce alberi sequenziali, correggendo gli errori di previsione del modello precedente a ogni iterazione. Entrambi gli algoritmi sono stati addestrati su un set di variabili che includevano le caratteristiche visive, la centralità del venditore e il contesto di mercato.

Per esaminare l'impatto delle caratteristiche visive sul prezzo degli NFT, sono state invece utilizzate reti neurali convoluzionali (CNN). Questo modello di intelligenza artificiale è stato addestrato su un dataset di immagini degli NFT, utilizzando architetture pre-addestrate come ResNet-50 ed EfficientNet, per estrarre rappresentazioni latenti delle immagini e correlare tali informazioni con il prezzo di vendita. L'analisi ha permesso di determinare se pattern visivi specifici fossero correlati a un incremento del valore di mercato. Per la previsione dell'andamento del prezzo nel tempo è stato invece adottato un modello di rete neurale LSTM. Questo approccio fornisce un'analisi delle serie temporali di transazioni,

identificando tendenze di apprezzamento o deprezzamento degli NFT sulla base dei dati storici di vendita. L'LSTM ha permesso quindi di catturare la dipendenza temporale tra transazioni successive e di prevedere con maggiore accuratezza la variazione dei prezzi nel mercato secondario.

L'analisi evidenzia il ruolo centrale delle caratteristiche visive nella determinazione del *prezzo primario* degli NFT, con un impatto che varia in funzione della categoria di appartenenza. A seguito di un processo di pulizia dei dati, che ha comportato l'eliminazione di circa 50.000 osservazioni fuori scala, il campione analizzato risulta composto da circa 3,25 milioni di NFT. La distribuzione dei prezzi, riportata in Figura 44, mostra una marcata concentrazione nella fascia più bassa, con un numero limitato di transazioni caratterizzate da valori eccezionalmente elevati. L'area verde evidenzia l'intervallo di confidenza al 95% della distribuzione dei prezzi: la quasi totalità degli NFT ha un prezzo di vendita contenuto entro questo range, mentre i valori più alti, visivamente più isolati, rappresentano casi sporadici.

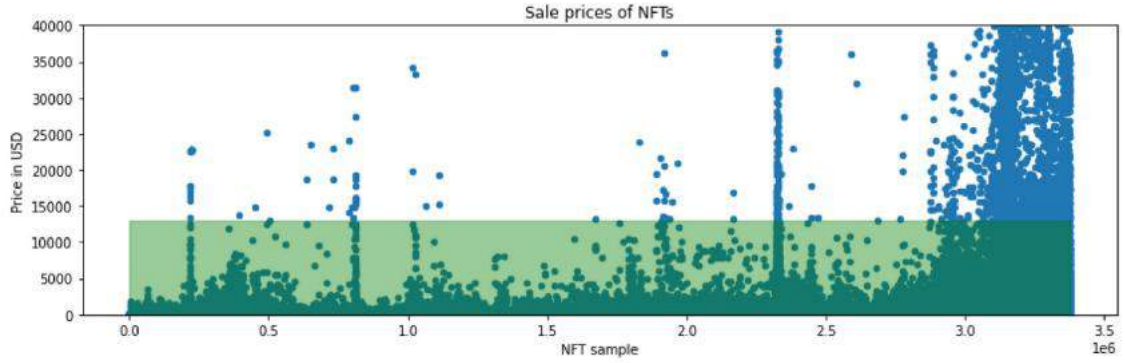


Figura 44: Distribuzione prezzi vendita NFT (Pala & Sefer, 2024)

L'impiego di modelli di machine learning ha consentito invece di quantificare il peso delle variabili indipendenti nella determinazione del prezzo di vendita primaria degli NFT. Le caratteristiche visive si confermano il principale predittore nelle categorie *Arte*, *Collezionabili* e *Giochi*, sebbene con effetti differenziati in base alla specificità del segmento considerato.

- Per la categoria *Arte*, il valore predittivo delle visual features è più contenuto rispetto ad altre categorie, con un coefficiente di determinazione massimo di $R^2 = 0.541$. Pur influenzando il prezzo iniziale, l'estetica non rappresenta l'unico driver del valore finale di un NFT (d'arte). Altri fattori meno standardizzabili, come la reputazione dell'artista, il contesto culturale o la rarità percepita, giocano un ruolo rilevante. Il mercato dell'arte digitale appare pertanto meno facilmente modellizzabile rispetto ad

altre categorie di NFT. Inoltre, dinamiche di mercato quali la partecipazione a piattaforme esclusive o la presenza di collezionisti influenti possono determinare variazioni di prezzo non immediatamente riconducibili alle sole caratteristiche visive dell'opera.

- Gli NFT della categoria *Collezionabili* mostrano invece una relazione più stabile tra caratteristiche visive e prezzo di vendita, con un coefficiente di determinazione $R^2 = 0.715$. In questa categoria l'estetica assume un ruolo più forte (rispetto all'Arte) nella determinazione del valore, in particolare quando le visual features sono standardizzate ma differenziate secondo una gerarchia di rarità. Progetti come il *Bored Ape Yacht Club*, generati algoritmicamente a partire da una base comune, attribuiscono infatti un valore economico maggiore agli esemplari che presentano tratti visivi rari o meno frequenti, come determinati accessori, colori o espressioni facciali (Mekacher et al., 2022). Sebbene il prezzo di vendita primario non dipenda esclusivamente da tali caratteristiche, la presenza di caratteristiche visive distintive può incidere sensibilmente sul prezzo primario, rendendo la rarità visiva codificata una leva importante nella formazione del valore. La domanda è inoltre sostenuta da elementi collaterali come la notorietà della collezione, l'esclusività dell'asset e la sua integrazione in forme di engagement più ampie.
- Nella categoria *Giochi*, le caratteristiche visive esercitano il loro impatto più forte, con un coefficiente di determinazione $R^2 = 0.761$. Gli NFT utilizzati in contesti ludici tendono infatti a ottenere valutazioni più elevate quando presentano un design ricercato, dettagli grafici distintivi: questo perché la loro valenza ha spesso un valore meramente estetico e non necessariamente funzionale nel gioco in sé e per sé. La possibilità di utilizzo in-game e la percezione di valore derivante da elementi visivi si riflettono direttamente sul prezzo iniziale, confermando il visual appealing come criterio chiave nella determinazione del valore di mercato. Al contrario, nella categoria *Utility*, caratterizzata da una più marcata connotazione funzionale - ad esempio, l'utilizzo come *dresscode* digitale per accedere ad attività specifiche di *ICE Poker* (Trujillo et al., 2024) - il contributo delle caratteristiche visive al prezzo iniziale appare più contenuto, con un coefficiente di determinazione $R^2 = 0.388$.

Per migliorare l'accuratezza nella previsione del prezzo di vendita primaria degli NFT, è stato adottato un approccio che combina l'analisi delle caratteristiche visive (sopra analizzate) con una *modellazione delle dinamiche temporali*. Le transazioni sono state

segmentate in finestre temporali (time windows) di cinque unità, permettendo ai modelli di apprendere i pattern di variazione dei prezzi nel tempo. L'inclusione della componente temporale ha generato un incremento dell'accuratezza predittiva, sebbene con variazioni significative tra le diverse categorie.

I segmenti *Giochi* e *Metaverso* registrano i punteggi più elevati ($R^2 = 0.725$), a indicare una maggiore regolarità nei meccanismi che determinano il valore di mercato e una maggiore efficacia del modello nell'apprendere tali dinamiche. Al contrario, la categoria *Arte* mostra una capacità predittiva più limitata ($R^2 = 0.496$), confermando la difficoltà di modellare asset il cui valore è spesso determinato da fattori esogeni ed idiosincratici, non direttamente osservabili né visivamente codificati. Ancora più ridotta risulta la performance nella categoria *Utility* ($R^2 = 0.210$), in cui il prezzo iniziale è legato più alla funzione d'uso dell'NFT - ad esempio l'accesso a servizi o piattaforme - che ad attributi visivi o a dinamiche di mercato osservabili nel tempo.

L'analisi della *rivendita degli NFT sul mercato secondario* è stata strutturata come un problema di classificazione binaria, in cui 1 indica un NFT rivenduto e 0 un NFT mai rivenduto. Considerata la distribuzione sbilanciata del dataset - con circa l'80% degli NFT non oggetto di rivendita - sono state applicate tecniche di bilanciamento. I risultati ottenuti mostrano che, in modo più marcato di quanto visto per la previsione del prezzo primario, in questo caso le caratteristiche visive rappresentano il fattore più rilevante tra quelli considerati per la classificazione (Figura 45), in modo trasversale a tutte le categorie di NFT, risultando sistematicamente superiore rispetto ad altre variabili quali la probabilità di rivendita della collezione, la centralità del venditore o il prezzo mediano della collezione.

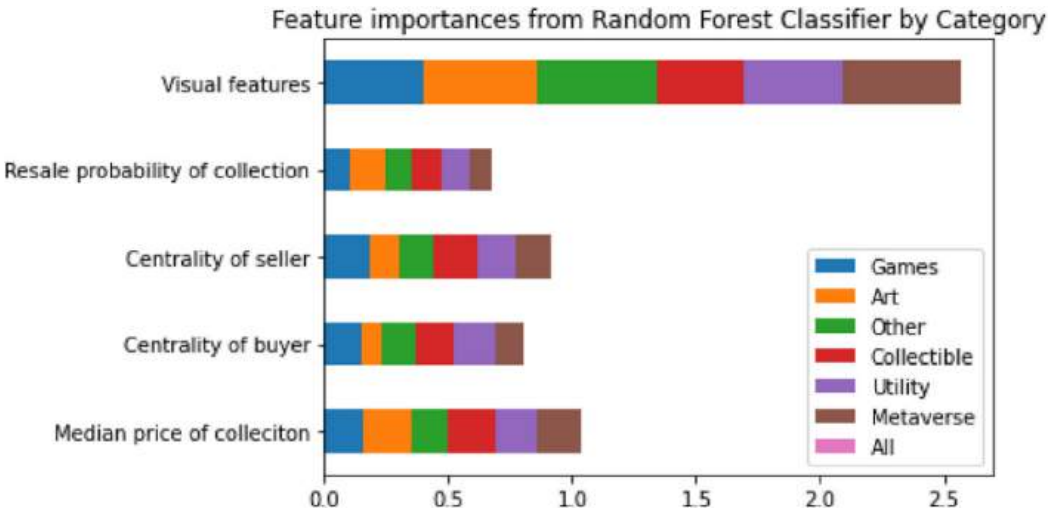


Figura 45: I fattori determinanti la probabilità di rivendita secondaria per ciascuna categoria di NFT (Pala & Sefer, 2024)

In particolare, nella categoria *Arte*, il peso delle caratteristiche visive appare ancora più marcato: il modello CNN con EfficientNet raggiunge i valori più elevati in termini di F1-score (0.903) e recall (0.905), a conferma del fatto che la componente estetica e la percezione di unicità costituiscono driver fondamentali per la permanenza sul mercato. L'alta rilevanza delle visual features in questo segmento suggerisce che, per gli NFT artistici, la riconoscibilità visiva, la coerenza stilistica e la rarità percepita contribuiscono in modo decisivo alla probabilità di rivendita, più che in altri ambiti. Anche le categorie *Giochi* e *Metaverso* mostrano buone performance predittive, indicando che in questi casi l'engagement visivo dell'utenza continua ad avere un ruolo anche dopo la prima vendita. Al contrario, nella categoria *Utility*, la previsione della rivendita risulta meno efficace (F1-score = 0.366), evidenziando come in questi NFT il valore risieda principalmente nella funzione d'uso piuttosto che nell'appeal estetico.

Nel Metaverso, gli NFT trasformano unicità e autorialità in strumenti di scambio e investimento, grazie alla blockchain che ne garantisce autenticità e scarsità (K. Werbach, 2018). Il valore delle opere non dipende, come visto, unicamente da caratteristiche visive (anche se queste hanno un ruolo importante trasversalmente alle categorie), ma è modellato anche da dinamiche speculative, logiche di status e appartenenza. L'analisi delle vendite primarie e secondarie ha mostrato come queste variabili influenzino la costruzione del prezzo nel tempo. Tuttavia, per comprendere davvero questo mercato, è necessario indagare il ruolo degli attori che lo compongono: *artisti, collezionisti, piattaforme* e *community*. Sebbene fondato su una tecnologia decentralizzata, il mercato NFT - a partire da piattaforme come OpenSea (Z. Wang et al., 2023; White et al., 2022) - mostra una forte concentrazione delle transazioni e delle opportunità nelle mani di pochi attori. Il successo economico di un NFT d'arte non dipende infatti unicamente dalla qualità dell'opera, ma anche dalla capacità di accedere a reti relazionali e circuiti esclusivi di visibilità e investimento.

L'analisi delle dinamiche di mercato (Vasan et al., 2022) è stata condotta attraverso un dataset estratto dalla piattaforma Foundation il 18 giugno 2021, contenente dati relativi a 50.723 opere d'arte NFT, di cui il 94,7% listate in vendita e il 31,7% vendute almeno una volta. La raccolta dei dati, avvenuta tramite Graph API ed Etherscan, ha tracciato le transazioni e interazioni tra gli attori del mercato, includendo informazioni dettagliate sul momento di minting, il prezzo di listing, le offerte ricevute, il prezzo finale di vendita e la frequenza delle rivendite nel mercato secondario. Sono stati inoltre raccolti dati relativi a

15.366 artisti e 5.534 collezionisti, con dettagli sui wallet e sulle connessioni social su Foundation (piattaforma di scambio di NFT) e Twitter.

Per comprendere la struttura del mercato secondario, sono state analizzate 37.013 offerte totali generate da 7.787 bidder unici (offerenti), da cui emerge come solo il 12,61% delle opere vendute sia stato rilistato (ossia soggetto a una seconda vendita), e soltanto il 7,15% abbia trovato un nuovo acquirente. L'analisi del mercato NFT su Foundation è stata strutturata intorno a sei temi principali (Vasan et al., 2022).

- Il primo riguarda il ruolo del momento di ingresso nel mercato (*i*)
- Il secondo esplora il legame tra la visibilità degli artisti sulla piattaforma e la valutazione economica delle loro opere (*ii*).
- Un ulteriore ambito di indagine è la struttura delle reti sociali degli artisti (*iii*), analizzando le connessioni e i meccanismi di accesso al mercato.
- L'identificazione di pattern ricorrenti tra gli artisti di successo consente invece di approfondire i fattori che incidano sulla loro affermazione nel settore (*iv*).
- Il quinto ambito di indagine (*v*) è il ruolo delle relazioni tra artisti e collezionisti nel lungo periodo, e il loro impatto sulla stabilità del mercato.
- È stata infine indagato il processo di co-bidding (offerte per lo stesso NFT), che permette di osservare le interazioni tra collezionisti e la formazione di strategie di acquisto condivise.

L'analisi del vantaggio competitivo legato al momento d'ingresso sul mercato (*i*) si basa sulla suddivisione degli utenti di Foundation in cinque gruppi, secondo la classica curva di adozione di una tecnologia: *innovatori* (2,5%), *early adopters* (13,5%), *early majority e late majority* (34% ciascuno), e *laggards* (16%).

I dati evidenziano un chiaro divario: gli artisti attivi nelle prime fasi (innovatori ed early adopters) hanno registrato guadagni significativamente superiori rispetto a quelli entrati successivamente, con un tasso di successo nelle vendite che scende progressivamente dal 74,1% per gli innovatori al 13,3% per i laggards. Tale differenza non è dovuta in realtà a un calo dei prezzi, ma alla crescente saturazione della piattaforma e alla difficoltà per i nuovi artisti di ottenere visibilità. Anche sul lato della domanda, i primi collezionisti si sono distinti per un maggiore volume di investimenti e prezzi di acquisto più alti.

Nonostante il mercato NFT si presenti quindi come decentralizzato, la sue dinamiche interne premiano maggiormente gli innovatori ed early adopters, per i quali il momento di ingresso risulta un fattore determinante, spesso più della qualità intrinseca delle opere.

Come si evidenzia in Figura 46, la probabilità di vendita diminuisce sensibilmente man mano che si posticipa l'ingresso nel mercato, confermando l'esistenza di una soglia temporale oltre la quale diventa più difficile per un artista emergere e monetizzare le proprie opere.

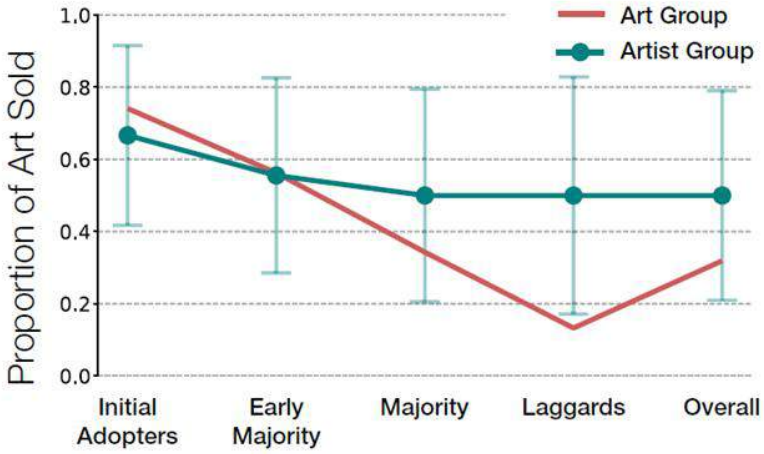


Figura 46: La proporzione di opere NFT vendute a seconda del momento di ingresso. (Vasan et al., 2022)

L'analisi della visibilità sulla valutazione economica degli NFT (*ii*) si concentra invece sull'impatto del numero di follower di un artista sulle sue possibilità di guadagno. Per valutare questa relazione, sono stati considerati sia i follower interni alla piattaforma Foundation, sia quelli esterni, su Twitter. I risultati mostrano come il numero di follower su Foundation - ossia interni alla piattaforma - abbia una relazione significativa con i guadagni complessivi dell'artista, seguendo una crescita lineare con un $\beta = 0.79$ ($R^2 = 0.41$): all'aumentare del numero di follower su Foundation, cresce il valore delle opere messe all'asta. Diversamente, il numero di follower su Twitter mostra una relazione più debole con i guadagni, con un $\beta = 0.31$ ($R^2 = 0.18$). La visibilità esterna alla piattaforma mostra quindi un impatto minore rispetto a quella interna, ed è la rete di relazioni (e follower) nella piattaforma di vendita a (co)determinare il successo di un artista e delle sue opere.

L'analisi della struttura sociale degli artisti (*iii*) e dei pattern di successo (*iv*) sottolinea in modo ancora più chiaro il ruolo cruciale delle reti relazionali nell'accesso alle opportunità economiche nel mercato NFT. Su Foundation, l'ingresso alla piattaforma avviene tramite invito da parte di artisti già attivi, generando una dinamica reticolare che ha favorito la formazione di cluster distinti.

Il network complessivo comprende 14.706 nodi e 14.066 collegamenti, organizzati in 640 componenti, di cui oltre il 90% emersi nei primi cento giorni di attività. Alcuni gruppi, nati attorno a singoli artisti particolarmente attivi, hanno catalizzato una parte significativa delle

vendite: il cluster più esteso, ad esempio, conta 941 membri e oltre 1,6 milioni di dollari in transazioni.

L'appartenenza a uno di questi cluster influisce in modo diretto sul successo economico, con evidenti disuguaglianze tra artisti integrati in reti influenti e quelli più periferici. La reputazione quindi si costruisce e si rafforza all'interno della rete: gli artisti connessi a nodi centrali ricevono maggiore attenzione e hanno maggiori probabilità di vendita, mentre coloro che operano in isolamento o in cluster meno visibili faticano a emergere. Come si evidenzia in Figura 47, la rete sociale su Foundation si è strutturata nei primi 100 giorni attraverso una serie di cluster distinti. I nodi colorati indicano i gruppi più influenti, ossia quelli che hanno dato origine a un maggior numero di connessioni e, di conseguenza, a volumi di vendita più elevati. Questa configurazione mostra con chiarezza una stratificazione del successo: gli artisti integrati nei cluster centrali (più densi e ramificati) tendono ad avere maggiore visibilità e guadagni superiori rispetto a quelli collocati in posizioni più periferiche o isolati. La posizione strategica nella rete si conferma dunque una variabile chiave per comprendere le disuguaglianze nell'accesso alle opportunità economiche nel mercato NFT delle opere d'arte.

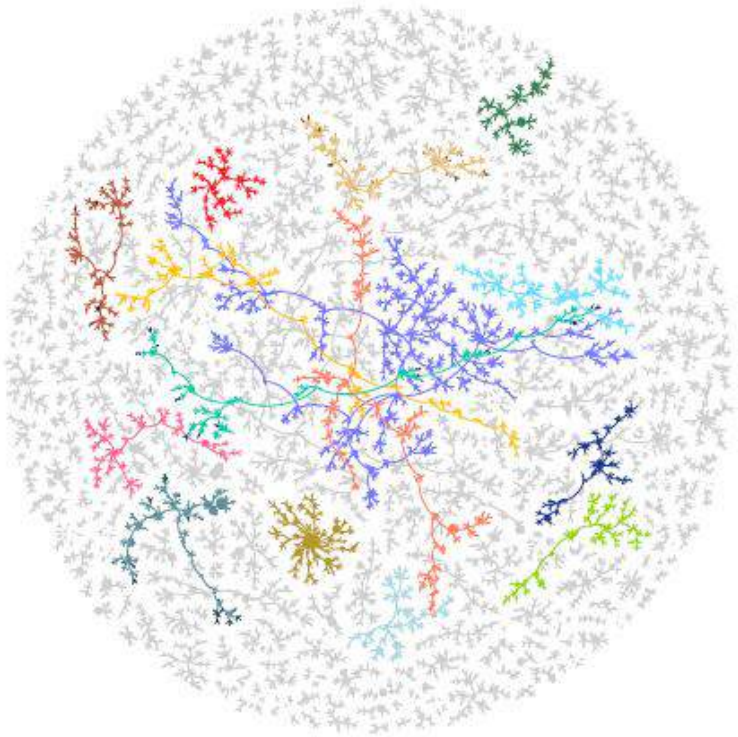


Figura 47: Struttura della rete sociale degli artisti su Foundation nei primi cento giorni di adozione della piattaforma. I nodi rappresentano gli artisti, mentre i collegamenti indicano chi ha invitato chi sulla piattaforma. I cluster colorati evidenziano le comunità di artisti più influenti, mostrando come la crescita della rete sia stata guidata da gruppi iniziali che hanno attratto un numero significativo di nuovi utenti. Chi entra in fasi successive si ritrova al contrario in cluster più periferici, con minori possibilità di vendita e guadagno (Vasan et al., 2022)

L'analisi delle relazioni tra artisti e collezionisti nel lungo periodo (*v*) conferma inoltre come il successo economico di un artista sia strettamente legato alla presenza di acquirenti fidelizzati e quindi alla rete di relazioni che si crea intorno all'artista (e non solo al valore intrinseco delle opere in sé). La crescita del numero di offerenti su un'opera segue un andamento positivo rispetto alla reputazione dell'artista: i creator con una reputazione elevata attraggono infatti un numero significativamente maggiore di bidder (offerenti) rispetto a quelli con reputazione medio-bassa. A conferma di questa dinamica, il coefficiente di Gini - una misura statistica che esprime il livello di disuguaglianza nella distribuzione di una risorsa, dove 0 rappresenta perfetta equità e 1 la massima concentrazione - risulta pari a 0,53 per gli artisti più affermati, indicando una concentrazione degli investimenti da parte di pochi collezionisti su un pool ristretto di artisti più affermati sul mercato. Per gli artisti con reputazione media o bassa, il coefficiente si abbassa rispettivamente a 0,34 e 0,26, suggerendo una distribuzione più equilibrata della spesa tra gli acquirenti.

Il 75% degli artisti ha inoltre un numero di collezionisti ricorrenti inferiore a uno, a dimostrazione del fatto che, nella maggior parte dei casi, le opere vendute non generano acquisti ripetuti dallo stesso buyer, ma più acquisti da parte della rete di compratori sviluppatasi intorno all'artista. Al contrario, per gli isolati artisti di punta, oltre il 60% delle entrate proviene da meno del 15% degli acquirenti. La segmentazione dei dati evidenzia quindi una netta distinzione tra collezionisti occasionali e investitori specializzati, con questi ultimi che destinano oltre metà del proprio budget all'acquisto di opere di pochi artisti selezionati. Questa dinamica suggerisce come, più che la capacità di attrarre nuovi acquirenti, il successo nel mercato NFT dipende dalla possibilità di costruire rapporti stabili e duraturi con un nucleo ristretto di collezionisti fidelizzati.

L'analisi delle reti di co-bidding (*vi*), ossia di offerte contemporanee, consente infine di approfondire le dinamiche di interazione tra collezionisti, NFT e artisti, mettendo in luce come un mercato che si presenta come teoricamente decentralizzato sia, in realtà, strutturato intorno a relazioni altamente concentrate. Il co-bidding si verifica quando due o più collezionisti effettuano offerte (bid) sugli stessi NFT. Analizzando queste sovrapposizioni, è possibile ricostruire una rete indiretta di interazioni tra acquirenti, che rivela pattern di comportamento condiviso, affinità negli interessi e strategie coordinate di acquisto. In particolare, la rete dei *collezionisti* evidenzia una distribuzione a coda pesante: una piccola parte di individui domina quindi il mercato, concentrando la maggior parte

delle offerte su un numero limitato di asset. Due parametri aiutano a descrivere questa struttura:

- Il β_collector (pari a 3.79) è l'esponente di una distribuzione a legge di potenza (power-law), che indica quanto *la distribuzione delle offerte sia diseguale*. Valori elevati, come in questo caso, segnalano che pochi collezionisti sono responsabili della maggioranza delle offerte, mentre la restante parte risulti marginale (Figura 48C)
- Il *K_collector* rappresenta invece il *grado di connessione* di ciascun collezionista, ovvero il numero di NFT su cui ha effettuato offerte insieme ad altri utenti. L'analisi mostra come l'importo massimo medio delle offerte tenda ad aumentare al crescere del *K_collector*, suggerendo come i collezionisti più centrali nella rete siano anche quelli più influenti dal punto di vista economico, in quanto formulano offerte più alte e modellano le dinamiche di mercato (Figura 48B-D).

Questi parametri saranno utilizzati anche per analizzare le reti di co-bidding relative agli NFT e agli artisti, evidenziando come il successo economico e la valorizzazione simbolica siano strettamente legati alla posizione che ciascun attore occupa nella rete complessiva.

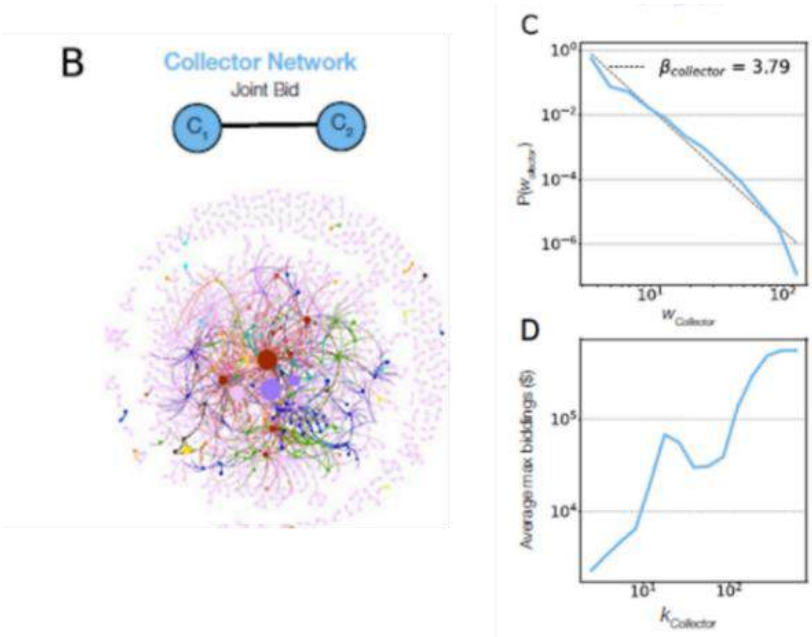


Figura 48: La rete di cobidding fra collezionisti (Vasan et al., 2022)

Per quanto concerne gli NFT, l'analisi della rete di co-bidding (Figura 49) mostra come le connessioni tra asset siano determinate dalla presenza di collezionisti comuni che effettuano offerte su più opere.

Quando diversi collezionisti competono per gli stessi NFT, si crea una rete di legami indiretti tra gli asset, fondata sull'interesse condiviso degli acquirenti (si pensi al caso Bored Ape). Questo meccanismo produce un effetto di aggregazione: alcune opere

diventano particolarmente centrali all'interno della rete, attirando un numero maggiore di offerte e, di conseguenza, acquisendo maggiore visibilità e valore, mentre altri gruppi di opere rimangono ai margini degli interessi di investitori e collezionisti.

Il coefficiente $\beta\_NFT = 3.4$ conferma una distribuzione fortemente squilibrata (più alto è il valore, maggiore è la disuguaglianza), in cui pochi NFT concentrano la maggior parte delle offerte, evidenziando una chiara polarizzazione del mercato attorno a un ristretto numero di asset altamente desiderati, e quindi spesso soggetti a dinamiche speculative che trascendono il valore artistico dell'opera (Figura 49F). Allo stesso modo, il valore massimo medio delle offerte tende ad aumentare all'aumentare del *K_NFT*, ovvero del numero di connessioni che ciascun NFT ha all'interno della rete: gli asset più "contesi" da più collezionisti risultano essere quindi anche quelli più valorizzati economicamente (Figura 49F-G). Questa configurazione suggerisce come la percezione di valore di un NFT non dipenda solo dalle sue caratteristiche intrinseche, ma sia costruita collettivamente attraverso dinamiche di attenzione condivisa, generando un senso di scarsità e una competizione concentrata intorno a pochi asset centrali.

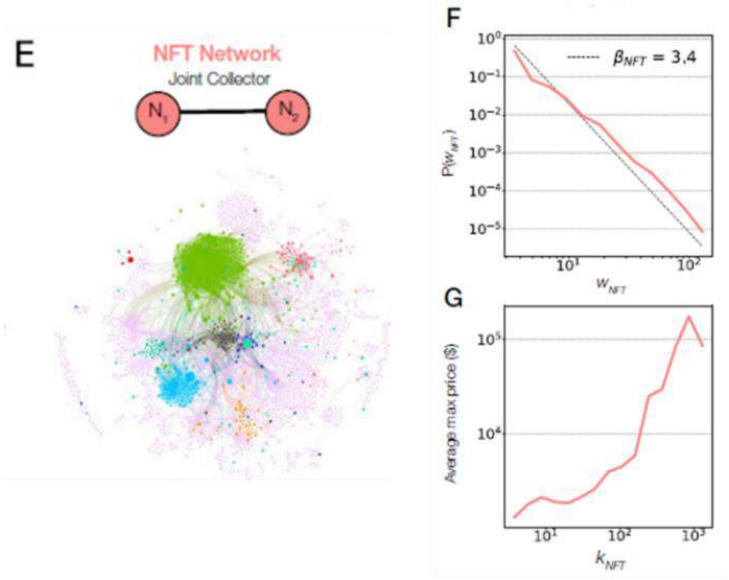


Figura 49: La rete di cobidding fra NFT (Vasan et al., 2022)

Infine, anche la rete degli artisti presenta, come le precedenti, una struttura concentrata, con una chiara stratificazione in termini di visibilità e guadagni. Il valore del coefficiente $\beta\_artist = 3.9$ indica come una minoranza di artisti concentri nelle proprie mani/opere la maggior parte del successo economico, attirando offerte più elevate rispetto ai colleghi meno connessi (Figura 50I). Allo stesso modo, il guadagno massimo medio cresce con l'aumentare delle connessioni di ciascun artista (*K_artist*), confermando come coloro che

riescano a costruire un'ampia rete di collezionisti ottengano performance superiori sul piano economico (Figura 50J).

Questo fenomeno evidenzia un chiaro *effetto cumulativo*: gli artisti che iniziano con un buon posizionamento nella rete (spesso con precoce tempismo di immissione sul mercato) tendono a rafforzare progressivamente la propria posizione, beneficiando di una maggiore attenzione e di un incremento costante nelle vendite. In altri termini, il successo tende ad autoalimentarsi, riproducendo meccanismi di disuguaglianza già osservati nei mercati tradizionali (Andringa, 2022; Güven & Ercan, 2022). Nonostante l'infrastruttura tecnologica su cui si basa il mercato NFT sia quindi formalmente decentralizzata, le dinamiche relazionali osservate mostrano una concentrazione del potere e della visibilità in un numero ristretto di soggetti. In questo contesto, la rete dei collezionisti svolge un ruolo cruciale, agendo come filtro selettivo che indirizza la domanda verso un gruppo limitato di artisti e opere, influenzandone direttamente la valorizzazione economica. L'analisi delle reti di co-bidding conferma inoltre come, nonostante il mercato NFT si fondi su un'infrastruttura tecnologicamente decentralizzata, teoricamente democratica e con pari opportunità per ogni attore coinvolto, la distribuzione del successo non sia affatto casuale. Al contrario, essa risponde a logiche di centralizzazione simili a quelle osservate nei mercati tradizionali, dove l'interazione strategica e l'accesso privilegiato a reti influenti si rivelano determinanti. In questo scenario, la promessa di una distribuzione equa delle opportunità viene disattesa: le dinamiche relazionali tendono a concentrare visibilità e valore economico nelle mani di pochi attori, replicando, seppur in un contesto digitale e apparentemente aperto, le asimmetrie strutturali del mercato "reale" dell'arte (Quaranta, 2021).

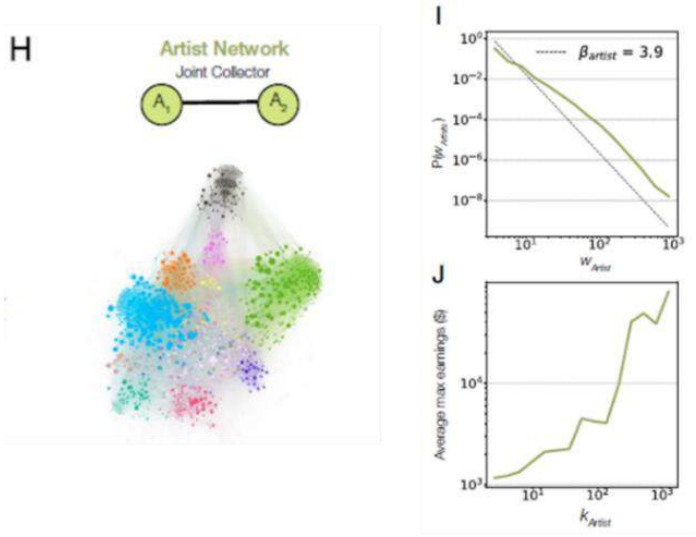


Figura 50: La rete di cobidding fra artisti (Vasan et al., 2022)

In conclusione, l'analisi sviluppata nella sezione 2.2 ha indagato le principali modalità attraverso cui si generano e si strutturano processi di monetizzazione nel Metaverso. Lungi dal configurarsi come semplice trasposizione dei modelli economici tradizionali in ambiente digitale, questi meccanismi rivelano una complessità inedita, derivante dall'intreccio fra tecnologie decentralizzate, dinamiche di engagement e nuove forme di attribuzione del valore. Le tre traiettorie analizzate - *gamification, gamblification e arte digitale* - mostrano declinazioni differenti, ma riconducibili a una medesima logica di exploiting dell'interazione e della partecipazione come risorse economiche.

La *gamification* si fonda sulla capacità di convertire l'esperienza dell'utente in valore, attraverso la progettazione di ambienti e dinamiche che incentivino la permanenza, la progressione e il coinvolgimento emotivo (e conseguentemente economico) con le attività proposte. La *gamblification*, invece, introduce elementi di rischio e aleatorietà che attivano meccanismi psicologici di ricompensa e propensione all'azzardo, con una conseguente accelerazione degli investimenti di risorse economiche da parte degli utenti all'interno alle piattaforme. Infine, l'*arte digitale e il mercato degli NFT* rappresentano una forma avanzata di finanziarizzazione simbolica, in cui unicità, scarsità programmata e appartenenza a circuiti sociali esclusivi si combinano per produrre valore economico e status.

Nonostante il "lessico" della decentralizzazione pervada gran parte delle retoriche associate al Web 3.0 e al Metaverso, le evidenze emerse mostrano come le dinamiche di creazione di valore siano tutt'altro che egualitarie. In ciascuna delle traiettorie analizzate - dalla *gamification* alla *gamblification*, fino all'*arte digitale* - si osservano meccanismi di concentrazione economica e simbolica, che attribuiscono un ruolo predominante a pochi attori, in grado di influenzare le regole di accesso, di visibilità e di monetizzazione.

Proprio all'interno di queste configurazioni emergenti di monetizzazione, si delineano opportunità strategiche per i brand, che possono reinterpretare e sfruttare tali dinamiche per attivare nuove leve di ingaggio e generazione di valore per i consumatori. La costruzione di ambienti immersivi, esperienze partecipative e circuiti di interazione incentivata apre infatti a modelli innovativi di monetizzazione e fidelizzazione, capaci di incidere sui principali indicatori di performance aziendale (KPI: Key Performance Index) se adeguatamente progettati.

L'applicazione di queste logiche in ambito marketing richiede tuttavia una duplice attenzione: da un lato, la comprensione delle specifiche modalità con cui nel Metaverso si riconfigurano i meccanismi di scambio e valorizzazione; dall'altro, una centralità dell'esperienza utente, intesa come dimensione chiave nella progettazione di percorsi di

senso, interazione e consumo. La sezione seguente (2.3) sarà quindi dedicata al potenziale applicativo del Metaverso per il settore del marketing, osservato come campo privilegiato di sperimentazione per le logiche appena descritte di esperienza centrata sull'utente (2.1) e monetizzazione (2.2).

2.3 Metaverso e Marketing: un framework teorico

La crescente integrazione del Metaverso nelle strategie di marketing rappresenta un fenomeno di particolare rilievo, poiché riflette il progressivo superamento delle tradizionali modalità di interazione tra brand e consumatori. Questa sezione si propone di esplorare il rapporto tra Metaverso e marketing, analizzando le principali dinamiche attraverso cui le aziende stanno ridefinendo le proprie strategie di contatto con i consumatori tramite gli ambienti virtuali. Sarà prima definito un framework teorico di interpretazione del fenomeno (sezione 2.3), approfondendo in seguito le leve psicologiche che influenzano la fiducia e il coinvolgimento degli utenti nel Metaverso (sezione 2.3.1), per esaminare infine il ruolo dell'esperienza immersiva nel modulare l'attenzione e il processo decisionale del consumatore (sezione 2.3.2). Lo scopo è comprendere le potenzialità e i limiti di questo universo tecnologico per i brand, sia nel presente che nelle future fasi di sviluppo del Metaverso, alla luce delle attuali forme di consumo e contatto con i consumatori.

Negli ultimi anni si è assistito a un incremento significativo dello shopping online, favorito dall'emergenza pandemica e dall'evoluzione delle tecnologie digitali. Parallelamente alla crescita quantitativa delle transazioni, si sono affermate e consolidate nuove modalità di interazione tra brand e consumatori, che hanno progressivamente arricchito l'esperienza d'acquisto. Tra queste, le sponsorizzazioni effettuate tramite social network - in particolare YouTube, Instagram e TikTok - hanno visto un utilizzo sempre più sistematico da parte dei brand, con un ruolo centrale affidato agli influencer nella costruzione della fiducia e nell'orientamento delle scelte di consumo (S. Yang et al., 2022).
In questo scenario di nuove modalità di contatto fra brand e consumatore, il *live stream shopping* rappresenta una delle modalità emergenti più recenti e di rilievo. Evoluzione del social commerce, questa pratica combina la diretta video con l'interazione in tempo reale tra pubblico, venditori e influencer, dando vita a un'esperienza che va oltre la mera transazione ed acquisto del bene. Il processo d'acquisto si configura infatti come un percorso immersivo di conoscenza del prodotto, durante il quale l'utente (e potenziale futuro acquirente) può osservare l'utilizzo degli articoli, porre domande, ricevere

spiegazioni e ottenere consigli personalizzati, all'interno di un ambiente digitale integrato e partecipativo.

Un caso emblematico di questa nuova tendenza è *Bazr*, piattaforma di live shopping recentemente introdotta in Italia (febbraio 2025), che consente ai consumatori di acquistare prodotti in diretta streaming mentre interagiscono con venditori e influencer. Il modello si ispira alle esperienze già affermate in Asia, come *Taobao Live* (J. Liu & Zhang, 2024), e integra elementi di intrattenimento e dinamiche di engagement proprie dei social media. Attraverso sessioni di vendita interattive, gli utenti possono esplorare i prodotti in un contesto comunicativo dinamico e coinvolgente, riducendo la distanza tra il momento della scoperta e quello della conversione in vendita, senza mai uscire dall'ambiente digitale in cui l'interazione ha luogo.

L'interazione fra brand e consumatore, già divenuta una leva centrale nelle strategie di commercio digitale attraverso il social commerce, si spinge oggi verso una prossima frontiera: il *Metaverso*. Questo nuovo spazio interattivo rappresenta un terreno fertile per la sperimentazione di modalità di contatto ancora più immersive e coinvolgenti. All'interno di questi ambienti, i brand non si limitano infatti a replicare dinamiche esistenti, ma trovano la possibilità di ridefinire profondamente la relazione con il consumatore, attraverso esperienze sensoriali, ludiche e partecipative. Tecnologie immersive come la realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR), analizzate in precedenza (Yu, 2022), offrono gli strumenti per costruire ecosistemi esperienziali complessi, in cui l'utente è chiamato a interagire in modo attivo e personalizzato con l'ambiente o esperienze proposte dal brand.

Un caso esemplare di sperimentazione nel Metaverso è rappresentato da Nike (Y. Lee & Kim, 2023), che ha investito nello sviluppo di ambienti virtuali tridimensionali nei quali l'esperienza dell'utente si estende ben oltre la semplice navigazione o l'acquisto (come potrebbe avvenire sul sito proprietario o su piattaforme terze di e-commerce). Attraverso iniziative come *Nikeland* su Roblox, Nike consente agli utenti di esplorare collezioni digitali, partecipare a eventi a tema, interagire con l'universo simbolico del brand e, in alcuni casi, personalizzare i propri modelli di scarpe. Queste esperienze, già oggi accessibili, testimoniano un primo livello di evoluzione verso un'interazione più coinvolgente e ludica tra marca e consumatore.

Tuttavia, in prospettiva futura (Algül, 2022), le potenzialità del Metaverso si spingono ben oltre l'attuale stato dell'arte. Si immaginano ambienti in cui l'utente, tramite tecnologie immersive avanzate e dispositivi sensoriali, possa misurare digitalmente la forma del proprio piede, ricevere suggerimenti personalizzati basati su sensazioni corporee, fino a

partecipare a una progettazione semi-automatizzata del prodotto. È dunque possibile distinguere due livelli di sperimentazione:

- uno già operativo, che integra ambienti immersivi e personalizzazione estetica in chiave ludica e relazionale (e in cui si possono sviluppare nuove forme di coinvolgimento anche grazie alla gamification)
- e uno, ancora in fase progettuale, che mira a rendere l'esperienza realmente pluri-sensoriale, dinamica e adattiva, ridefinendo radicalmente il ruolo del consumatore nella relazione con la marca.

In questo contesto, diventa quindi essenziale comprendere come i consumatori percepiscano queste esperienze (si pensi al caso di Nikeland o Gucci Vault (Domínguez & Díaz-Soloaga, 2025)), misurando la *Quality of Experience (QoE)*, e quali fattori ne determinino il valore. La qualità di un servizio digitale è stata fino ad oggi prevalentemente valutata sulla base di parametri tecnici come la risoluzione grafica, latenza e velocità di risposta del sistema. Tuttavia, nel passaggio a un'economia esperienziale (come quella del Metaverso), questi indicatori non risultano più sufficienti per spiegare cosa renda efficace e soddisfacente un'esperienza immersiva e come essa influenzi il processo di acquisto del consumatore.

Il modello teorico proposto da (Du et al., 2023), illustrato in Figura 51, fornisce un quadro strutturato per analizzare la relazione tra progettazione tecnica dei servizi nel Metaverso, percezione dell'utente e comportamento di consumo. Superando l'approccio tradizionale focalizzato esclusivamente sugli aspetti ingegneristici/tecnici, il framework integra elementi di percezione soggettiva, risposta psicologica e meccanismi decisionali.

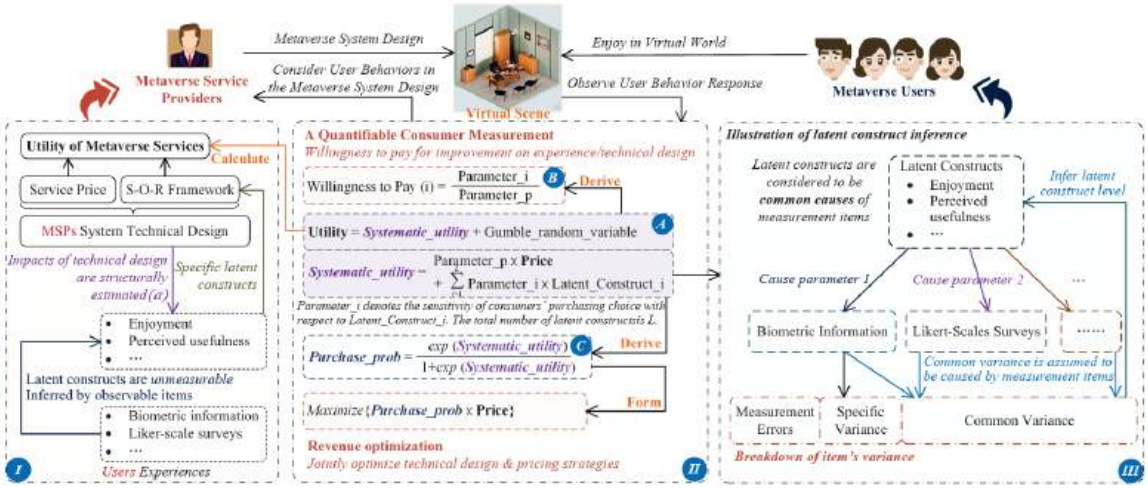


Figura 51: Modello teorico della *QoE* nel Metaverso per l'utente (Du et al., 2023).

Alla base del modello si colloca il *framework Stimulus-Organism-Response* (S-O-R), che descrive il modo in cui specifici stimoli generano risposte comportamentali attraverso mediazioni cognitive e affettive (Sezione I Figura 51). Il primo livello (*S: Stimulus*) riguarda le caratteristiche del sistema, ossia gli stimoli che influenzano direttamente l'esperienza utente. Questi si articolano in tre categorie principali: *attributi dei media* (interattività, vividezza (Muhammad Sohail Jafar et al., 2024), personalizzazione), che favoriscono l'immersione; *qualità dell'informazione*, legata a ricchezza e tempestività dei contenuti; e design ergonomico, ovvero facilità d'uso e comfort dei dispositivi.
Il secondo livello (*O: Organism*) fa invece riferimento ai processi interni dell'utente, che interpreta e valuta gli stimoli, dal punto di vista cognitivo (es. utilità percepita) e affettivo (coinvolgimento emotivo, senso di controllo, innovatività). Nel modello S-O-R, la Quality of Experience (*QoE*) non è la mera somma delle caratteristiche tecniche di un sistema, ma il risultato di un processo psicologico in cui gli stimoli tecnici (come l'interattività o la qualità grafica) vengono elaborati soggettivamente dall'utente (organism), che li interpreta in termini cognitivi (es. utilità) ed emotivi (es. piacere, senso di controllo). Questa elaborazione determina il livello di soddisfazione percepita e influenza le scelte comportamentali (response), come l'intenzione d'acquisto o la fedeltà al brand. In altre parole, la QoE emerge come esito della mediazione tra design tecnologico e interpretazione individuale, e non può essere valutata solo su parametri oggettivi.
Infine, il terzo livello (*R: Response*) riguarda appunto le risposte dell'utente (derivate dall'interazione fra Stimolo ed Organismo), che possono manifestarsi come comportamenti concreti (acquisto, passaparola) o atteggiamenti (fedeltà al brand (Ismail, 2023)). La relazione tra QoE e comportamento non è quindi automatica, ma mediata da percezioni soggettive: per alcuni utenti conterà di più la qualità visiva, per altri la personalizzazione o la fluidità delle interazioni.

L'innovazione principale del modello (Du et al., 2023) risiede tuttavia nella transizione dall'analisi qualitativa dell'esperienza utente nel Metaverso (sezione I) alla sua misurazione quantitativa (sezione II: Figura 52), con l'obiettivo di prevedere il comportamento del consumatore e ottimizzare la progettazione dei servizi digitali.
L'approccio si basa sull'integrazione di variabili economiche e psicologiche, attraverso la formalizzazione della *Systematic Utility*, la derivazione della *Willingness-To-Pay* (WTP) e la modellizzazione della probabilità di acquisto (*Purchase Intention*; figura 52). Questa

struttura consente di analizzare in modo preciso il legame tra gli stimoli dell'ambiente virtuale, la percezione soggettiva dell'utente e le risposte comportamentali che ne derivano.

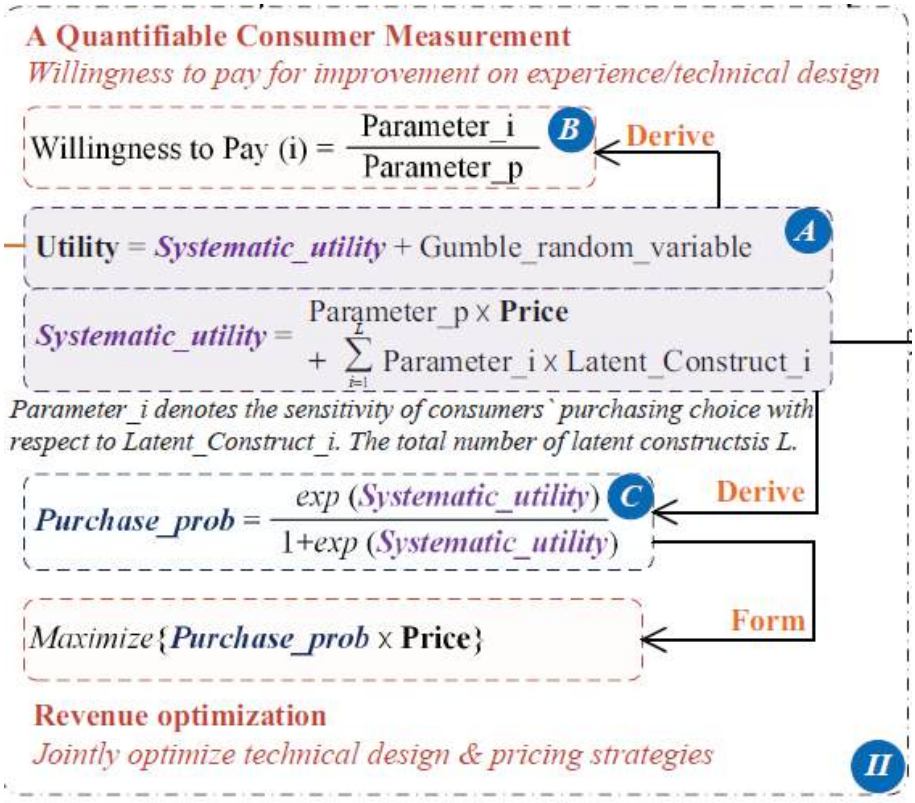


Figura 52: Deep dive misurazioni quantitative della *QoE*: sezione II del modello (Du et al., 2023)

L'*Utility complessiva* di un servizio o esperienza nel Metaverso è composta da una parte deterministica - la Systematic Utility - e da una componente aleatoria, modellata tramite una Gumble random variable. La Systematic Utility (SU) è formalizzata come segue:

$$\mathbf{Systematic_{utility} = Parameter_p * Price + \Sigma\,(Parameter_i * Latent\_Construct_i)}$$

dove il *prezzo (Price)* rappresenta una variabile determinante, poiché stabilisce il costo diretto che l'utente deve sostenere per accedere al servizio o all'esperienza; mentre la *sensibilità al prezzo (Parameter_p*) indica la reattività del consumatore a variazioni di costo. La sommatoria *Σ (Parameter_i × Latent_Construct_i)* esprime invece il contributo dei costrutti latenti all'utilità percepita, ognuno ponderato in base alla sua rilevanza per l'utente. Poiché questi costrutti non sono osservabili direttamente, vengono inferiti attraverso misurazioni indirette, come questionari con scale Likert (Joshi et al., 2015), e comprendono:

- il coinvolgimento emotivo, che misura il grado di immersione nell'esperienza virtuale;
- l'utilità percepita, intesa come valutazione della funzionalità e della capacità del servizio di soddisfare un bisogno specifico;

- l'innovatività percepita, ovvero la percezione di novità e unicità dell'esperienza;
- il controllo sull'esperienza, cioè il livello di personalizzazione e autonomia;
- la qualità dell'informazione, legata a chiarezza, pertinenza e accuratezza dei contenuti.

Ognuno di questi costrutti è ponderato attraverso il coefficiente *Parameter_i*, che rappresenta la sensibilità individuale a quella specifica dimensione dell'esperienza. Se un utente attribuisce ad esempio grande importanza alla personalizzazione dell'ambiente virtuale, il relativo coefficiente sarà più elevato rispetto ad altri fattori. Al contrario, per un utente che valorizza maggiormente la qualità dell'informazione, sarà questo costrutto a incidere maggiormente nella valutazione. Ciò significa che la *Systematic Utility* non restituisce una misura assoluta della qualità dell'esperienza, ma un valore ponderato, che riflette l'allineamento tra le caratteristiche del servizio e ciò che l'utente considera più rilevante. Non è quindi sufficiente che l'esperienza nel Metaverso sia performante unicamente in senso stretto ed oggettivo: essa risulta infatti efficace solo nella misura in cui valorizzi le dimensioni prioritarie per il singolo utente. Questa prospettiva consente di individuare segmenti di consumatori con sensibilità differenti, e di sviluppare strategie di progettazione e pricing personalizzate, massimizzando il valore percepito e l'efficacia dell'investimento in innovazione.

La Willingness to Pay (WTP) (Nakavachara & Saengchote, 2022) si fonda sulla stessa logica della Systematic Utility, ma isola il rapporto tra il valore esperienziale percepito e la sensibilità al prezzo ed è formalizzata come segue:

$$\textbf{WillingnessToPay (WTP)} = \frac{\textbf{Parameter\_}\boldsymbol{I}}{\textbf{Parameter\_}\boldsymbol{P}}$$

In questa frazione, il numeratore (*Parameter_I*) riflette il grado in cui l'utente valorizza gli aspetti esperienziali e qualitativi del servizio; il denominatore (*Parameter_P*) rappresenta invece la sua sensibilità al prezzo. La *WTP* aumenta quindi se l'utente attribuisce maggiore importanza all'esperienza (alto numeratore: Parameter_I) o se risulta meno sensibile al costo (basso denominatore: Parameter_P). Viceversa, una forte attenzione al prezzo o un valore esperienziale percepito come ridotto riducono la disponibilità a pagare.

Il valore finale della *Willingness to Pay* è quindi determinato dal trade-off tra valore esperienziale percepito (Parameter_I) e sensibilità al prezzo (Parameter_P): entrambi fattori interni all'individuo, ma che i brand possono influenzare attraverso strategie di comunicazione, design e posizionamento. Ad esempio, è possibile aumentare il valore attribuito all'esperienza (Parameter_I) rafforzando il legame emotivo con l'utente, mettendo in evidenza i benefici immersivi, la personalizzazione o l'innovatività del

servizio. Parallelamente, si può ridurre la percezione di "effort economico" (Parameter_P) giustificando il prezzo attraverso storytelling valoriale, strategie di confronto (benchmarking con alternative meno evolute), o promozioni che abbattano le barriere psicologiche all'acquisto. Un'applicazione concreta di questo approccio si osserva nei brand di moda che operano nel Metaverso. Si pensi, ad esempio, a una maison che lanci una capsule collection esclusiva in uno spazio virtuale 3D: per incrementare il Parameter_I, il brand può puntare sull'unicità del design digitale, sull'accesso limitato e collezionabile, o sulla possibilità di personalizzazione e interazione diretta con influencer o avatar brandizzati. Per influenzare il Parameter_P, invece, può valorizzare il prezzo attraverso contenuti esperienziali aggiuntivi, vantaggi cross-platform (come sconti per l'acquisto fisico o accessi privilegiati), oppure sottolineare l'eco-sostenibilità del consumo virtuale rispetto al prodotto fisico.

Infine, la probabilità di acquisto è modellata da una funzione logistica, definita come:

$$\mathbf{Purchase\_prob} = \frac{\mathbf{exp}(\mathbf{Systematic_{utility}})}{\mathbf{1} + \mathbf{exp}(\mathbf{Systematic_{utility}})}$$

Questa equazione rappresenta una trasformazione non lineare della Systematic Utility, in cui valori elevati di *SU* (ovvero percezione positiva dell'esperienza rispetto al prezzo) si traducono in probabilità d'acquisto prossime a 1, mentre valori negativi (esperienza percepita come povera o prezzo troppo alto) determinano una caduta drastica della propensione all'acquisto. I parametri che alimentano questa funzione sono già stati definiti nella Systematic Utility: da un lato la valutazione soggettiva dell'esperienza (costrutti latenti: $Parameter\_{i}*Latent\_Construct_{i}$), dall'altro la sensibilità al prezzo. Il comportamento del consumatore è quindi modellizzato come esito della percezione dell'utilità complessiva del servizio, in relazione alle proprie priorità individuali.

Dal punto di vista strategico, i brand possono infine intervenire per massimizzare il ritorno economico agendo sul prezzo, che compare sia nella formula della SU sia nella funzione di massimizzazione seguente:

$$\mathbf{Maximize}\ \{\mathbf{Purchase\_prob} \times \mathbf{Price}\}$$

Questa funzione rappresenta l'obiettivo finale del brand, nel Metaverso e non solo, ossia trovare il punto di equilibrio in cui il prezzo applicato massimizza il valore generato, considerando sia la probabilità che l'utente acquisti, sia l'importo della transazione. In altre parole, il modello consente ai brand di tarare dinamicamente l'offerta in base alla qualità percepita e alla sensibilità del target, evitando sia una sottovalutazione (prezzo troppo basso), sia un pricing eccessivo che comprometta l'acquisto.

Per comprendere in modo operativo come il modello teorico analizzato (Du et al., 2023) possa guidare le strategie di un brand nel Metaverso, si consideri il caso di un'azienda di cosmesi di fascia premium che decide di lanciare una nuova linea skincare attraverso un'esperienza immersiva in realtà virtuale. L'obiettivo è massimizzare la percezione di valore, aumentare la disponibilità a pagare e ottimizzare la conversione all'interno di un ambiente digitale tridimensionale. L'esperienza viene progettata secondo i principi della *Systematic Utility*, agendo in modo integrato su tutti i parametri che influenzano la valutazione dell'utente. L'ambiente virtuale, altamente immersivo, consente all'utente di esplorare un laboratorio cosmetico in 3D, interagire con gli ingredienti, osservare i benefici dei prodotti su avatar personalizzati e ricevere suggerimenti da un assistente vocale AI-powered. Questi elementi rafforzano il coinvolgimento emotivo e l'innovatività percepita, due tra i costrutti latenti più rilevanti. In parallelo, viene ottimizzata la qualità dell'informazione, attraverso contenuti scientificamente validati, personalizzati e fruibili in modalità multimodale. L'interfaccia ergonomica, intuitiva e sensorialmente appagante, potenzia l'utilità percepita e la qualità dell'interazione.

Per incrementare la *Willingness to Pay*, l'azienda dovrebbe agire su entrambi i parametri della formula: da un lato elevando il valore esperienziale percepito (*Parameter_I*) grazie a un racconto valoriale centrato su benessere, sostenibilità e cura di sé; dall'altro, riducendo la sensibilità al prezzo (*Parameter_P*) attraverso una strategia che giustifichi il costo mediante storytelling, confronto con alternative meno evolute e formule ibride come il try-before-you-buy. In questo modo, l'utente potrebbe ricevere un campione fisico dopo aver completato il percorso esperienziale, rafforzando il legame tra mondo virtuale e reale.

Il prezzo dovrebbe essere infine ottimizzato secondo la funzione di *Massimizzazione* della revenue prevista dal modello, identificando il punto di equilibrio tra probabilità di acquisto e valore transazionale. L'offerta può adattarsi dinamicamente a diversi segmenti di utenza, rilevati attraverso i dati di navigazione e interazione, differenziando promozioni e proposte esclusive sulla base del profilo esperienziale.

Questo esempio mostra come il framework teorico proposto da (Du et al., 2023) non si limiti a una mera funzione interpretativa, ma rappresenti uno strumento progettuale capace di orientare differenti fasi della strategia marketing, dalla definizione dell'esperienza al pricing dinamico, al rafforzamento della relazione tra utente e marca. Viene così confermata la duplice attenzione delineata nella sezione 2.2 per il marketing: da un lato, la ridefinizione delle logiche di scambio e valorizzazione nell'ambiente immersivo; dall'altro, la centralità della *QOE* come leva strategica per generare valore.

A partire da questa prospettiva, le sezioni successive approfondiranno due aree complementari e fondamentali per comprendere l'efficacia delle strategie marketing nel Metaverso: la sezione 2.3.1 sarà dedicata alle leve psicologiche che influenzano la fiducia e la predisposizione all'interazione con i brand, con particolare attenzione al ruolo della personalità, delle dinamiche sociali e dell'atteggiamento verso l'innovazione; la sezione 2.3.2 esplorerà invece il ruolo dell'esperienza immersiva nella gestione dell'attenzione, analizzando come gli ambienti tridimensionali modifichino la percezione e incidano sui processi decisionali del consumatore.

2.3.1 Costruire fiducia nel Metaverso: leve psicologiche e strategie per i brand

L'analisi delle dinamiche psicologiche che influenzano la fiducia nel Metaverso rappresenta un passaggio cruciale per comprendere come gli utenti si relazionino a questo nuovo ambiente digitale. Dopo aver illustrato, nella sezione precedente, il modello teorico che guida e massimizza l'interazione tra brand e consumatore, è ora necessario focalizzarsi sui fattori individuali e cognitivi che modulano la percezione di affidabilità del Metaverso e ne condizionano l'adozione come spazio di acquisto. La natura immersiva e intangibile di questi ambienti rende infatti la costruzione della fiducia particolarmente delicata, poiché priva di quei riferimenti fisici e contestuali che, nel commercio tradizionale, fungono da garanti impliciti di credibilità.

In questa prospettiva, la ricerca di (S. W. Khan et al., 2022) offre un contributo significativo, identificando quattro fattori chiave che influenzano l'intenzione di utilizzo del Metaverso per lo shopping digitale: due dimensioni relazionali (relazioni parasociali e credibilità dell'influencer) e due tratti di personalità (nevroticismo e openess).

- Le *relazioni parasociali* rappresentano legami unidirezionali che gli utenti instaurano con figure mediatiche, come gli influencer, che percepiscono come familiari e affidabili, pur in assenza di un'interazione reale e reciproca. Sui social media, questo tipo di connessione emotiva può diventare un potente facilitatore nell'adozione del Metaverso: se un influencer trasmette sicurezza e fiducia, può contribuire a ridurre l'incertezza percepita e rassicurare i follower rispetto all'affidabilità e alla qualità dell'esperienza immersiva proposta.
- Un ulteriore elemento chiave nella costruzione della fiducia è la *credibilità percepita degli influencer*, ovvero la convinzione che essi siano competenti, sinceri e trasparenti. Quando un influencer è ritenuto credibile, le sue raccomandazioni diventano significativamente più persuasive, contribuendo a ridurre l'incertezza associata

all'esperienza immersiva e ad aumentare la propensione all'acquisto in contesti digitali ancora poco familiari come il Metaverso.

Parallelamente, lo studio considera anche il ruolo dei tratti di personalità, focalizzandosi su due dimensioni del modello dei Big Five (L. R. Goldberg, 2002; G et al., 2023):

- Il *nevroticismo*, associato a vulnerabilità emotiva e tendenza all'ansia, può rappresentare un ostacolo all'adozione del Metaverso: gli individui con livelli elevati di questo tratto tendono infatti a percepire gli ambienti virtuali come instabili, poco controllabili e potenzialmente minacciosi;
- Al contrario, l'apertura all'esperienza (*openess*) è correlata a curiosità, immaginazione e disponibilità a sperimentare nuove tecnologie. Questo tratto facilita l'integrazione del Metaverso nelle abitudini di consumo e amplifica l'effetto delle relazioni parasociali, rendendo l'utente più ricettivo ai contenuti e alle sollecitazioni degli influencer.

Per indagare il ruolo di questi fattori, lo studio (S. W. Khan et al., 2022) adotta un approccio quantitativo (CAWI) basato su SEM (Structural Equation Model) (Memon et al., 2021), applicato a un campione di 1861 utenti attivi sui social media, selezionati in Corea del Sud. I dati sono stati utilizzando scale validate per misurare i quattro costrutti principali: relazioni parasociali, credibilità degli influencer (S. Lee & Kim, 2020), tratti di personalità e intenzione di utilizzo del Metaverso per lo shopping. La Figura 53 rappresenta graficamente il modello teorico elaborato:

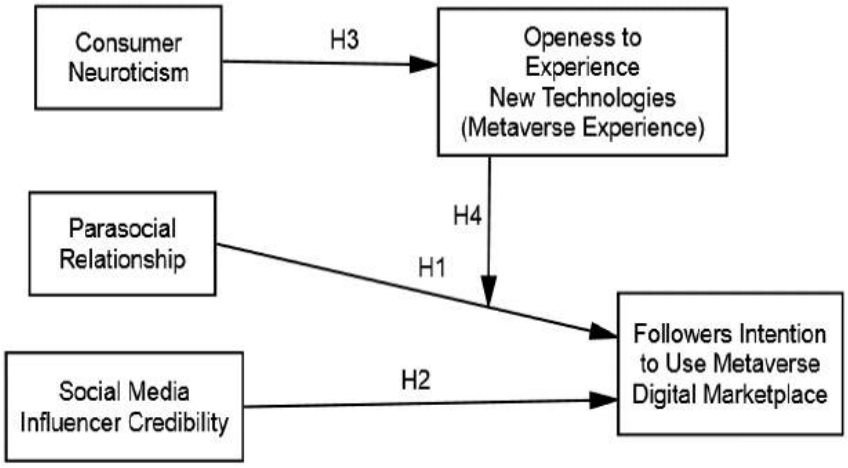


Figura 53a: Modello teorico ipotesi di ricerca H1-2-3-4 (S. W. Khan et al., 2022)

Le ipotesi di ricerca si articolano lungo quattro direttrici: in cui H1 ed H2 indagano l'impatto dei fattori relazionali, mentre H3 ed H4 il ruolo delle variabili psicologiche prima definite. La prima ipotesi (*H1*) esplora il ruolo delle relazioni parasociali, ossia il legame unidirezionale che gli utenti instaurano con gli influencer percepiti come familiari e affidabili. Si ipotizza che questo tipo di rapporto favorisca l'intention to use del Metaverso

e di esperienze immersive, poiché gli influencer diventano figure rassicuranti nella scoperta di ambienti immersivi. La seconda ipotesi (*H2*) riguarda la credibilità percepita degli influencer, intesa come combinazione di competenza, sincerità e trasparenza. Più l'influencer è ritenuto credibile, maggiore sarà l'effetto persuasivo delle sue raccomandazioni, con un impatto positivo sull'intenzione di utilizzo (S. Lee & Kim, 2020). La terza ipotesi (*H3*) introduce invece il nevroticismo come tratto di personalità in grado di ostacolare l'apertura verso le nuove tecnologie. Individui con livelli elevati di nevroticismo tendono infatti a percepire il Metaverso come un ambiente incerto o ansiogeno, riducendo così la loro predisposizione all'esplorazione. Infine, la quarta ipotesi (*H4*) attribuisce un ruolo centrale all'apertura all'esperienza, che, se da un lato è negativamente influenzata dal nevroticismo (H3), dall'altro modera positivamente la relazione tra relazioni parasociali e intenzione d'uso: quanto più un utente è aperto all'innovazione, tanto più sarà disposto a lasciarsi guidare dagli influencer nell'adozione del Metaverso. I risultati dello studio confermano la rilevanza dei fattori psicologici e relazionali nell'intention to use del Metaverso come spazio di consumo digitale (si veda di seguito un dettaglio dei risultati del modello SEM)

Paths	**β**	**t-value**	**p-value**	**R^2**	**Risultati**
Relazione parasociale → Intenzione di utilizzo del Metaverso	0.47	4.15	0.001	0.41	*H1* supportata
Credibilità degli influencer → Intenzione di utilizzo del Metaverso	0.34	5.54	0.001		*H2* Supportata
Nevroticismo → Apertura all'esperienza	-0.35	3.79	0.027		*H3* Supportata
Relazione parasociale × Apertura all'esperienza → Intenzione di utilizzo del Metaverso	0.12	6.31	0.001	0.47	*H4* Supportata

Tavola 53b: Validazione ipotesi di ricerca H1-2-3-4 (S. W. Khan et al., 2022)

In particolare, la relazione parasociale con gli influencer (*H1*) mostra un effetto positivo significativo sull'intenzione d'uso ($\beta = 0.47$, $p = 0.001$), evidenziando come il senso di familiarità e fiducia nei confronti di queste figure digitali possa facilitare l'esplorazione di ambienti immersivi. Anche la credibilità percepita degli influencer (*H2*) emerge quale predittore significativo ($\beta = 0.34$, $p = 0.001$), confermando come la percezione di competenza, sincerità e trasparenza dell'influencer rafforzi l'affidabilità attribuita all'esperienza immersiva, riducendo l'incertezza dell'utente.

Anche i tratti di personalità (variabili interne all'individuo) svolgono un ruolo chiave. Il nevroticismo si associa infatti negativamente all'apertura verso nuove tecnologie ($\beta = -0.35$, $p = 0.027$), suggerendo come individui emotivamente più instabili tendano a percepire il Metaverso come un ambiente potenzialmente ansiogeno, limitandone così l'adozione (*H3*). Al contrario, l'apertura all'esperienza mostra un effetto di moderazione rilevante nel rapporto tra relazioni parasociali e intenzione d'uso (*H4*), rafforzando significativamente tale legame ($\beta = 0.12$, $p = 0.001$): individui più curiosi e ricettivi alle innovazioni saranno anche più influenzabili dagli influencer nel processo di scoperta e accettazione del Metaverso.

I risultati sottolineano quindi come la progettazione tecnica dell'esperienza - per quanto fondamentale - debba necessariamente essere integrata da una strategia relazionale orientata alla costruzione della fiducia (S. W. Khan et al., 2022). Non basta offrire ambienti immersivi ben disegnati: occorre anche ridurre l'incertezza percepita, attivando meccanismi cognitivi ed emotivi che rendano la user experience non solo coinvolgente, ma anche rassicurante. In questo quadro, gli influencer svolgono un ruolo cruciale. Se percepiti come autorevoli e autentici, essi rappresentano un ponte tra il brand e il consumatore, facilitando l'ingresso degli utenti in ambienti virtuali ancora inesplorati. La loro capacità di instaurare relazioni parasociali contribuisce a rendere familiare l'esperienza e ad abbattere le barriere psicologiche legate alla novità, alla complessità o al timore dell'interazione immersiva. Per i brand, le implicazione pratiche e strategiche risultano chiare, lavorando tanto sulla infrastruttura tecnica quanto sui fattori relazionali che modulano l'intenzione di utilizzo. Questo significa selezionare testimonial in grado di incarnare valori di affidabilità, coinvolgere emotivamente l'utente, e guidarlo attraverso l'esperienza. Solo l'integrazione tra progettazione sensoriale, storytelling valoriale e relazione di fiducia consente così di aumentare la propensione all'acquisto e trasformare l'interazione nel Metaverso in una scelta di consumo consapevole.

Dopo aver analizzato il ruolo degli influencer nella mediazione tra brand e consumatori, è necessario ampliare la prospettiva sulla costruzione della fiducia nel Metaverso. La *trust*, infatti, non si sviluppa esclusivamente attraverso il passaparola digitale o il riconoscimento sociale di figure di riferimento, ma emerge dall'interazione complessa tra predisposizioni individuali, caratteristiche dell'ambiente virtuale e modalità di interazione con la piattaforma. In questa direzione si colloca il contributo di (L. Zhang et al., 2024) che analizza in modo sistematico le variabili psicologiche e contestuali che influenzano la

percezione di sicurezza e affidabilità del Metaverso come spazio di interazione commerciale. L'obiettivo è comprendere come fattori interni all'individuo, come tratti di personalità e predisposizione alla fiducia, si intreccino con elementi ambientali, quali il design dell'interfaccia o la trasparenza nelle transazioni, per modellare l'intenzione di acquisto e la disponibilità all'interazione in contesti immersivi. Questo approccio consente di superare una lettura focalizzata unicamente sul ruolo degli influencer, indagando due leve nevralgiche nella costruzione dell'intenzione di acquisto in spazi virtuali: la ricchezza mediale percepita e la fiducia, declinata nelle sue componenti cognitiva e affettiva.

La *ricchezza mediale* (Maity et al., 2018; Syed & Shaheen, 2025) si riferisce alla capacità dell'ambiente virtuale di comunicare in modo ricco e realistico, grazie a una combinazione di segnali informativi diversificati (testi, immagini, video, gesti), comunicazione naturale ed espressiva, feedback immediati e interazioni personalizzate. La *fiducia cognitiva* si basa su valutazioni razionali di sicurezza, trasparenza e affidabilità della piattaforma, mentre la *fiducia affettiva* si sviluppa attraverso un legame emotivo con l'ambiente virtuale e la qualità dell'interazione percepita. Entrambe concorrono a determinare la propensione dell'utente a effettuare acquisti nel Metaverso, come illustrato in Figura 54.

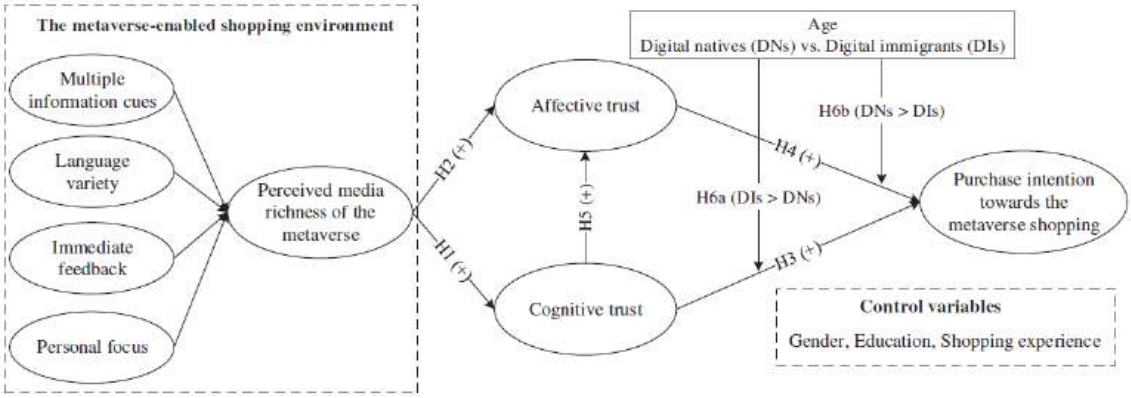


Figura 54: Ipotesi di ricerca (L. Zhang et al., 2024)

In particolare, si ipotizza che ambienti virtuali ricchi di segnali informativi, personalizzazione e feedback immediati favoriscano lo sviluppo della fiducia cognitiva (*H1*), intesa come valutazione razionale dell'affidabilità e sicurezza della piattaforma. La stessa ricchezza mediale dovrebbe inoltre stimolare la fiducia affettiva (*H2*), alimentando un coinvolgimento emotivo più profondo attraverso esperienze immersive e interazioni significative.

Entrambe le forme di fiducia agiscono come leve per rafforzare l'intenzione di acquisto: da un lato, quella cognitiva (*H3*) dovrebbe ridurre l'incertezza e supportare decisioni più consapevoli; dall'altro, quella affettiva (*H4*) dovrebbe rafforzare il legame con il brand,

incoraggiando un atteggiamento positivo verso il consumo in ambienti immersivi. Al modello si aggiunge l'ipotesi secondo cui la fiducia cognitiva rappresenti una base per lo sviluppo della fiducia affettiva (*H5*), suggerendo un processo progressivo che parte da valutazioni razionali per poi evolvere in un coinvolgimento emotivo. Infine, il modello analizza il ruolo moderatore dell'età, distinguendo tra nativi digitali (DN) e immigrati digitali (DI). Si prevede che per questi ultimi la fiducia cognitiva incida maggiormente sull'intenzione di acquisto (*H6a*: DI > DN), mentre per i più giovani - già abituati all'interazione con tecnologie immersive - sia la fiducia affettiva a giocare un ruolo predominante (*H6b*: DN > DI).

Lo studio adotta un approccio sperimentale basato su scenari (L. Zhang et al., 2024). Ai partecipanti è stata presentata una vignetta descrittiva che simulava un'esperienza di shopping immersivo, consentendo di raccogliere risposte comportamentali all'interno di un contesto verosimile ma controllato. Il questionario CAWI, somministrato a un campione casuale di 500 consumatori, si articolava in tre sezioni: introduzione al concetto di Metaverso e allo scenario proposto, misurazione dei costrutti teorici attraverso scale validate, e raccolta di informazioni demografiche. Dopo la rimozione dei casi inattendibili, l'analisi è stata condotta su 332 risposte valide (campione cinese). Le variabili sono state misurate con scale Likert a sette punti, e i dati sono stati elaborati tramite PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling) per testare la solidità del modello ipotizzato.

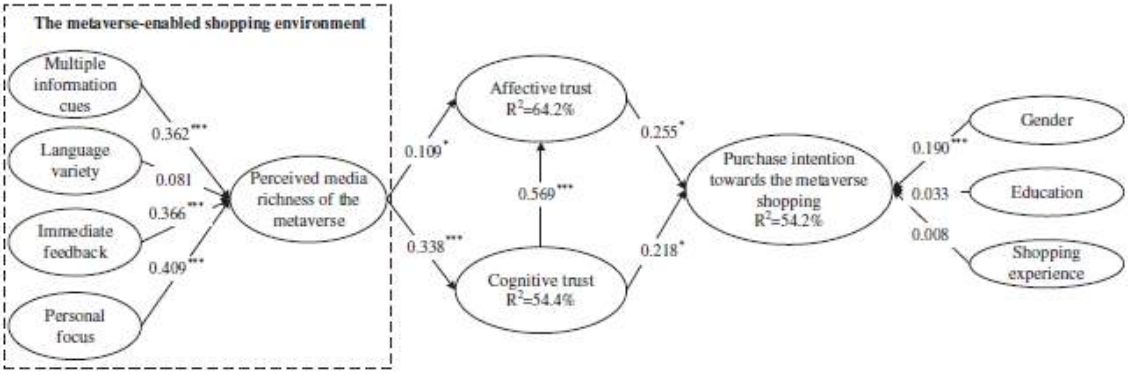


Figura 55: I risultati del PLS-SEM (L. Zhang et al., 2024)

I risultati dello SEM (Figura 55) confermano in primo luogo il ruolo centrale della *ricchezza mediale percepita* nel rafforzare la fiducia degli utenti nel Metaverso. In particolare, tale costrutto incide significativamente sia sulla fiducia cognitiva (*H1* confermata; $\beta=0.338$, $p<0.001$; $R^2=54.4\%$) sia sulla fiducia affettiva (*H2* confermata; $\beta=0.109$, $p<0.05$; $R^2=64.2\%$), seppur in misura minore, suggerendo come ambienti ricchi di segnali comunicativi, feedback immediati e interazioni personalizzate non solo rafforzino la

percezione di affidabilità, ma favoriscano anche il coinvolgimento emotivo (Maity et al., 2018). Entrambe le forme di fiducia si rivelano inoltre predittori significativi dell'intenzione di acquisto: la fiducia cognitiva mostra un effetto positivo (*H3*; β=0.218, p<0.05), mentre la fiducia affettiva incide in modo ancora più marcato (*H4*; β=0.255, p<0.05), indicando come la dimensione emotiva giochi un ruolo determinante nel generare predisposizione all'acquisto (R^2=54.2%). La relazione tra le due dimensioni è confermata (*H5*; β=0.569, p<0.001), con la fiducia cognitiva che emerge come prerequisito per quella affettiva.

Il ruolo moderatore dell'età evidenzia differenze rilevanti nel modo in cui nativi e immigrati digitali costruiscono l'intenzione di acquisto nel Metaverso. Tra gli immigrati digitali (DI), l'intenzione di acquisto è significativamente influenzata dalla fiducia cognitiva (β = 0.442, p < 0.001), mentre la fiducia affettiva non risulta significativa (β = 0.072, n.s.). Al contrario, tra i nativi digitali (DN), più giovani e più predisposti all'utilizzo di questa tecnologia, il pattern si inverte: la fiducia affettiva mostra un impatto significativo (β = 0.327, p < 0.001), mentre la fiducia cognitiva non presenta effetti statisticamente rilevanti (β = 0.113, n.s.). I risultati confermano le ipotesi *H6a* e *H6b*: gli immigrati digitali (DI) si affidano prevalentemente a valutazioni razionali di sicurezza e trasparenza, mentre i nativi digitali (DN) rispondono maggiormente a dinamiche relazionali ed emozionali, più coerenti con una fruizione immersiva e fluida del contesto virtuale. Infine, il genere si conferma una variabile significativa (β=0.190, p<0.001), mentre istruzione ed esperienza pregressa nel Metaverso non mostrano effetti rilevanti.

Le evidenze emerse nella sezione 2.3.1 delineano un quadro articolato di fattori che concorrono alla costruzione della fiducia nel Metaverso, sottolineando l'esigenza, per i brand, di adottare un approccio integrato che tenga conto delle dimensioni psicologiche, relazionali e contestuali dell'esperienza immersiva.

In primo luogo, risulta centrale l'investimento nella *ricchezza mediale* dell'ambiente virtuale. La possibilità di offrire contenuti multicanale, interazioni personalizzate e feedback immediati si configura come leva cruciale per attivare sia la fiducia cognitiva - fondata su valutazioni di sicurezza e affidabilità - sia quella affettiva, più strettamente legata al coinvolgimento emotivo. L'esperienza utente deve dunque essere progettata in modo tale da risultare non solo tecnicamente efficace, ma anche sensorialmente e psicologicamente significativa. In secondo luogo, la *dimensione relazionale* emerge come una componente imprescindibile nella mediazione tra brand e consumatore. Le figure degli influencer, se

percepite come credibili, autentiche e competenti, sono in grado di attivare legami parasociali capaci di ridurre l'incertezza e accompagnare l'utente verso una più serena esplorazione del Metaverso. Tali legami assumono particolare rilevanza in ambienti nuovi e parzialmente inesplorati, dove la fiducia deve essere costruita ex novo. Di conseguenza, la scelta dei testimonial e dei creator coinvolti nelle strategie di comunicazione immersiva dovrà essere guidata da criteri di coerenza valoriale e capacità di generare affidabilità percepita.

I risultati suggeriscono inoltre un'importanza nevralgica di riconoscere la diversità dei profili psicologici. Alcuni tratti di personalità (L. R. Goldberg, 2002), come il nevroticismo, possono rappresentare un ostacolo all'adozione del Metaverso, mentre altri, come l'apertura all'esperienza, sembrano facilitare l'integrazione di questi ambienti nella routine di consumo. Ne deriva la necessità, per i brand, di costruire esperienze in grado di mitigare le barriere psicologiche legate alla percezione del rischio, enfatizzando elementi rassicuranti, accessibili e modulabili, capaci di adattarsi a diversi livelli di familiarità e predisposizione all'innovazione. Infine, l'analisi mette in luce il ruolo differenziato dell'età nella configurazione della fiducia, e quindi un approccio diversificato a seconda del target di riferimento. Se gli immigrati digitali appaiono più sensibili agli aspetti razionali dell'esperienza, come la trasparenza delle operazioni o la protezione dei dati, i nativi digitali rispondono in misura maggiore agli elementi emozionali e relazionali. Questa distinzione impone ai brand di articolare strategie diversificate in base ai target generazionali, combinando elementi di reassurance cognitiva con meccanismi di coinvolgimento immersivo ed esperienziale. Complessivamente, l'approccio al Metaverso da parte di big players non può prescindere da una visione strategica integrata, che contempli l'interazione sinergica tra progettazione tecnologica, costruzione relazionale e conoscenza approfondita dei profili psicologici degli utenti. Solo un equilibrio dinamico tra queste dimensioni consente di trasformare l'esperienza immersiva in una relazione di fiducia solida e durevole, capace di supportare l'intenzione di acquisto e di consolidare il legame tra brand e consumatore nel nuovo scenario digitale.

2.3.2 Esperienza immersiva e attenzione nel Metaverso: implicazioni per il marketing

La presente sezione si propone infine di approfondire le implicazioni cognitive dell'esperienza immersiva, concentrandosi in particolare sui concetti di presence e co-presence discussi in precedenza (cfr. sezione 1.4.2), e ora riletti alla luce delle dinamiche di acquisto e strategie marketing.

Se nella sezione 2.3.1 è stata analizzata la costruzione della fiducia come leva relazionale fondamentale nell'ambiente virtuale, qui si intende esplorare come il passaggio da un'interazione bidimensionale (tipica del web tradizionale), a un ambiente tridimensionale, incida sui processi cognitivi di attenzione, valutazione e decisione. Nel Metaverso, infatti, la percezione di essere "*realmente presenti*" (Slater, 1999, 2003, 2009) in uno spazio condiviso con altri utenti modifica in maniera sostanziale le modalità di esplorazione dei prodotti e la relazione con i brand.

La presenza immersiva intensifica il coinvolgimento sensoriale ed emotivo, favorendo un'esperienza d'acquisto più coinvolgente e potenzialmente più memorabile. Tuttavia, questa maggiore immersività comporta anche nuove criticità: in un ambiente ricco di stimoli e interazioni, l'attenzione del consumatore si distribuisce in modo diverso rispetto ai contesti di e-commerce tradizionale, esponendo l'utente a rischi di sovraccarico cognitivo (Wickens, 2008; Jeffri & Awang Rambli, 2021; Xi et al., 2022; Kosch et al., 2023) o dispersione dell'interesse. In questo scenario, la capacità di attrarre e mantenere l'attenzione diventa una risorsa strategica. I brand devono strutturare le proprie strategie comunicative e interattive bilanciando stimolazione e usabilità, per guidare il comportamento del consumatore senza saturarne le risorse cognitive (evitando, cioè, un cognitive overload ed emotional overwhelming). L'analisi si concentrerà pertanto su due direttrici principali: da un lato, il contributo della presence e co-presence alla costruzione di esperienze persuasive e interattive nel Metaverso; dall'altro, il ruolo della gestione dell'attenzione come leva per ottimizzare l'efficacia delle esperienze immersive, favorendo la soddisfazione e la fedeltà del consumatore.

In questa prospettiva, lo studio di (Barta et al., 2023) fornisce un contributo empirico rilevante, analizzando il ruolo della telepresenza nelle esperienze di live-stream shopping su piattaforme diverse. Gli autori mettono in discussione l'idea che una maggiore immersione porti automaticamente a un incremento della performance commerciale, evidenziando come il valore esperienziale e il valore strumentale non siano sempre direttamente correlati (Grau, 2004). Lo studio confronta ambienti digitali a bassa e alta telepresenza - rappresentati rispettivamente da Instagram e da un'esperienza immersiva nel Metaverso, realizzata tramite la piattaforma Mozilla Hubs - al fine di valutare in che modo tale variabile influenzi la percezione del valore da parte dei consumatori e le loro intenzioni comportamentali. Si veda il riassunto del modello sperimentale in Figura 56.

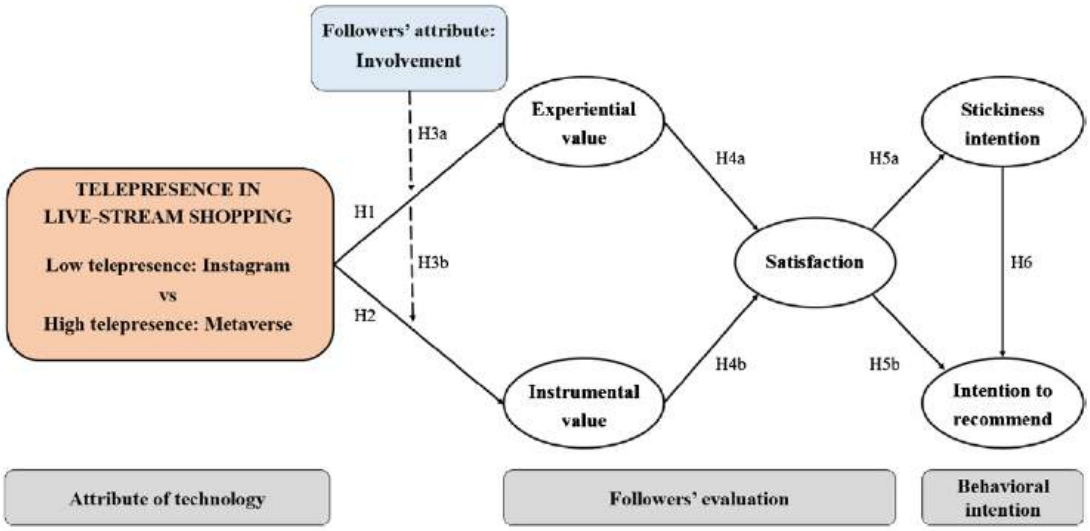


Figura 56: Modello teorico (Barta et al., 20239.

Secondo l'ipotesi *H1*, un ambiente ad alta telepresenza - come quello tridimensionale del Metaverso - contribuisce ad accrescere il valore esperienziale dell'utente, ovvero la sensazione di vivere un'esperienza coinvolgente, piacevole e immersiva. Ciò si traduce in un maggiore coinvolgimento emotivo e in una più intensa percezione di "*essere davvero in quell'ambiente*" (Mennecke et al., 2011; Slater et al., 2022), grazie alla possibilità di interagire con il contesto e con gli altri partecipanti in modo più realistico e dinamico rispetto alle piattaforme bidimensionali.

L'ipotesi *H2* propone inoltre come la telepresenza non migliori solamente l'esperienza in senso emotivo, ma renda anche l'ambiente virtuale più utile e funzionale dal punto di vista informativo (valore strumentale). In altre parole, grazie alla possibilità di osservare i prodotti in tre dimensioni, ricevere spiegazioni in tempo reale, e interagire direttamente con influencer e altri utenti, i consumatori sarebbero in grado di valutare le caratteristiche degli articoli con maggiore precisione, facilitando così il processo di scelta e acquisto. Il coinvolgimento dell'utente viene introdotto come variabile moderatrice: l'ipotesi *H3a* prevede che un alto livello di coinvolgimento potenzi ulteriormente il valore esperienziale derivante dalla telepresenza, mentre l'ipotesi *H3b* suggerisce un effetto analogo sul valore strumentale. Tuttavia, gli autori riconoscono che un'eccessiva immersività può talvolta generare un sovraccarico cognitivo, riducendo l'efficacia informativa per alcuni utenti.

Le ipotesi *H4a* e *H4b* collegano rispettivamente i tipi di valore (esperienziale e strumentale) alla soddisfazione complessiva dell'utente, presupponendo un impatto di tipo positivo. Quest'ultima (la soddisfazione), è posta a sua volta alla base di due intenzioni comportamentali: la *stickiness intention* (*H5a*) , ovvero la propensione a continuare a

utilizzare la piattaforma, e l'intenzione di raccomandazione (*H5b*). Infine, l'ipotesi H6 postula che l'intenzione di restare fedeli a una piattaforma influenzi positivamente la propensione a raccomandarla, generando dinamiche di passaparola e diffusione sociale.

Per testare queste ipotesi è stato condotto un disegno sperimentale between-subjects (n=95), articolato in due condizioni. Il primo gruppo (n=54) ha preso parte a una sessione live su Instagram, in cui un influencer attivo nel settore del ciclismo - già seguito da tutti i partecipanti - presentava prodotti sportivi, rispondendo ai commenti in diretta e condividendo successivamente storie con i link ai prodotti mostrati. Il secondo gruppo (n=41) ha invece partecipato a un evento immersivo nel Metaverso, ospitato su Mozilla Hubs, all'interno di uno spazio tridimensionale in cui era possibile osservare i prodotti da diverse angolazioni e interagire in tempo reale con l'influencer e con gli altri utenti presenti. Al fine di preservare la spontaneità, ai soggetti non è stato comunicato che si trattava di un esperimento, fino alla fase finale, quando è stato somministrato un questionario di valutazione. Le misure adottate, basate su scale Likert a sette punti, hanno rilevato soddisfazione, valore esperienziale e strumentale percepito, e intenzioni comportamentali.

L'analisi dati conferma, tuttavia, solo alcune delle ipotesi formulate dagli autori, delineando un quadro più complesso dell'effetto della telepresenza nel live-stream shopping. Il Mann-Whitney U test (data la distribuzione non normale dei dati) ha evidenziato una differenza significativa nella percezione della telepresenza tra i due ambienti, con il Metaverso che ha ottenuto punteggi medi più elevati rispetto a Instagram. Questo risultato conferma la validità della manipolazione sperimentale.

Le regressioni lineari condotte evidenziano un effetto significativo della telepresenza sul valore esperienziale percepito ($\beta = 0{,}650$, $p = 0{,}006$), confermando l'ipotesi *H1*. I partecipanti esposti all'esperienza immersiva nel Metaverso hanno riportato una maggiore soddisfazione sensoriale e un maggiore coinvolgimento emotivo rispetto a coloro che hanno seguito il live-stream su Instagram.

Tuttavia, l'ipotesi *H2* non è stata supportata: la telepresenza non ha influenzato significativamente il valore strumentale ($\beta = 0{,}014$, $p = 0{,}941$), suggerendo che, sebbene l'esperienza immersiva migliori l'engagement, non faciliti necessariamente il processo di acquisizione di informazioni utili all'acquisto.

Il ruolo di moderatore del coinvolgimento è stato analizzato utilizzando la macro PROCESS di Hayes. Contrariamente alle aspettative, l'ipotesi *H3a* non è stata confermata: l'interazione tra telepresenza e coinvolgimento ha mostrato un effetto negativo sul valore esperienziale ($\beta = -0{,}574$, $p = 0{,}024$). Questo risultato indica come gli utenti con un alto

livello di coinvolgimento tendano a concentrarsi maggiormente sui contenuti, potendo non beneficiare appieno dell'incremento di immersione offerto dalla telepresenza.

D'altro canto, l'ipotesi *H3b* non ha ottenuto supporto empirico (β = -0,277, p = 0,145), suggerendo che il livello di coinvolgimento non moderi significativamente la relazione tra telepresenza e valore strumentale. La Figura 57 illustra l'andamento degli effetti moderatori, evidenziando come, nel caso di Instagram, il valore esperienziale aumenti proporzionalmente al coinvolgimento, mentre nel Metaverso questa relazione rimanga pressoché stabile. Le ipotesi relative alle intenzioni comportamentali (*H4-H6*) sono state infine confermate. Il valore esperienziale ha avuto un effetto significativo sulla soddisfazione degli utenti (*H4a*: β = 0,442, p < 0,001), così come il valore strumentale (*H4b*: β = 0,565, p < 0,001). La soddisfazione ha poi influenzato positivamente sia l'intenzione di permanenza sulla piattaforma (*stickiness intention*; *H5a*: β = 0,488, p < 0,001) sia l'intenzione di raccomandare l'esperienza (*H5b*: β = 0,264, p = 0,004). Infine, l'intenzione di raccomandazione è risultata significativamente influenzata dalla stickiness intention (β = 0,315, p = 0,009), validando l'ipotesi *H6*.

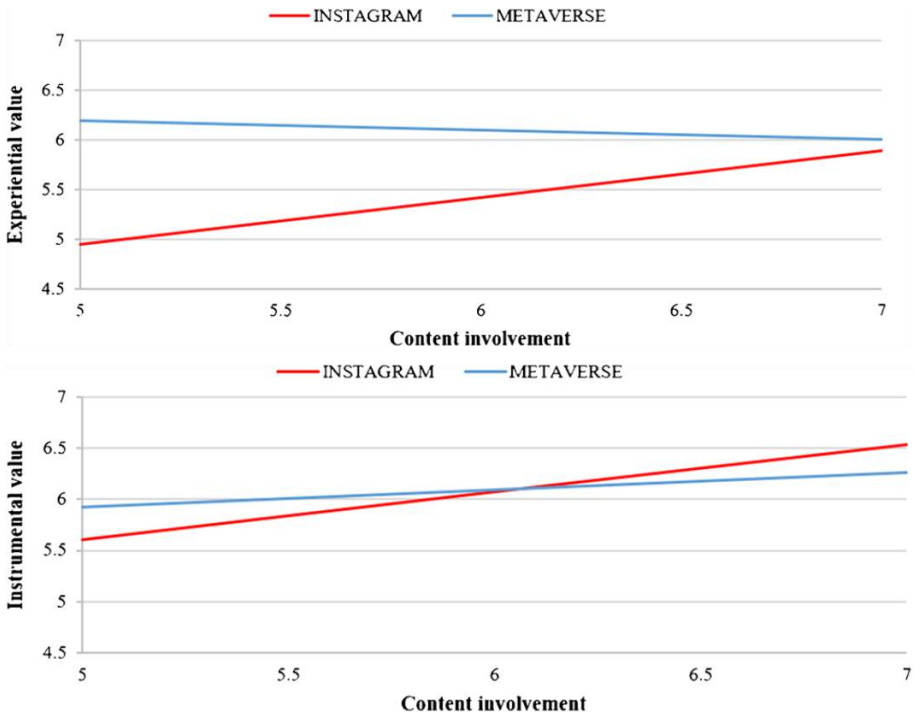


Figura 57: Effetto della telepresenza e del coinvolgimento sul valore esperienziale e strumentale. L'andamento delle linee di interpolazione mostra come, su Instagram, un maggiore coinvolgimento aumenti il valore esperienziale e strumentale, mentre nel Metaverso questi valori rimangono relativamente stabili, suggerendo una minore influenza del coinvolgimento individuale nell'ambiente immersivo (Barta et al., 2023).

I risultati della ricerca sottolineano come esperienze immersive nel Metaverso costituiscano un'opportunità rilevante per rafforzare il coinvolgimento emotivo e la soddisfazione

dell'utente, ma pongono anche nuove sfide per quanto riguarda la gestione dell'attenzione e l'efficacia informativa. La telepresenza, se ben progettata, consente ai consumatori di vivere esperienze più coinvolgenti e memorabili rispetto alle piattaforme bidimensionali. Tuttavia, ciò non si traduce automaticamente in una maggiore chiarezza o facilità nella valutazione dei prodotti, come dimostra la mancata significatività del valore strumentale.
Per i brand ciò implica la necessità di integrare elementi informativi strutturati (ad esempio con l'aggiunta di elementi di AR) all'interno dell'ambiente immersivo (ma senza generare un sovraccarico cognitivo): schede prodotto facilmente accessibili, interazioni vocali con assistenti virtuali, hotspot informativi visivi, oppure simulazioni d'uso che guidino l'utente nella comprensione delle caratteristiche tecniche del prodotto. Senza questi accorgimenti, l'overload sensoriale rischia di ostacolare il processo decisionale, riducendo l'efficacia commerciale dell'esperienza.
In secondo luogo, il ruolo del coinvolgimento individuale emerge in modo differenziato: mentre su piattaforme come Instagram gli utenti già coinvolti risultano più ricettivi e soddisfatti, nel Metaverso tale relazione è attenuata. Questo suggerisce che puntare su strategie personalizzate in base al livello di engagement preesistente (come targeting selettivo o contenuti riservati a follower attivi) può essere efficace su social tradizionali, ma non è altrettanto strategico in ambienti immersivi. Al contrario, nel Metaverso è preferibile investire nella progettazione di ambienti narrativi e sensoriali capaci di attivare anche utenti meno predisposti all'interazione, grazie a dinamiche di gioco, esplorazione o interazione sociale (dinamiche in cui si inserisce il processo di gamification).
Infine, i dati confermano come la soddisfazione esperienziale, anche se non direttamente legata alla conversione immediata, presenti un effetto positivo sulle intenzioni comportamentali di lungo periodo: propensione a tornare sulla piattaforma e a raccomandarla ad altri. Questo rafforza l'idea che, nel Metaverso, la strategia vincente non sia necessariamente quella orientata alla vendita diretta, quanto piuttosto alla costruzione di una relazione memorabile e condivisibile, capace di generare fidelizzazione e passaparola positivo. In tal senso, il Metaverso non va concepito come un punto vendita alternativo, ma come uno spazio esperienziale ad alto potenziale relazionale, la cui efficacia dipende dalla capacità del brand di equilibrare immersività, informatività e accessibilità cognitiva.

Se il contributo di (Barta et al., 2023) ha analizzato come la telepresenza influenzi la valutazione dell'esperienza e le intenzioni comportamentali degli utenti in contesti di live-

stream shopping, mettendo in evidenza i limiti di una visione esclusivamente immersiva del valore percepito, per comprendere in modo più profondo i meccanismi cognitivi che regolano l'interazione nel Metaverso è necessario spostare l'attenzione sui processi attentivi e decisionali. In questa prospettiva, lo studio di (Chen et al., 2023) si propone di esplorare come l'allocazione dell'attenzione spaziale influenzi l'esperienza immersiva e, in ultima analisi, le dinamiche di comportamento d'acquisto, fornendo una chiave di lettura neurocognitiva del funzionamento degli ambienti tridimensionali.

Lo studio approfondisce il ruolo delle tecnologie XR, comprendenti realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR), nell'allocazione dell'attenzione spaziale durante un'esperienza di shopping immersivo. Il quadro teorico si fonda sulla *biased competition theory* (N. Y. Kim & Kastner, 2019), secondo cui l'attenzione è un processo competitivo in cui diversi stimoli presenti nello spazio visivo si contendono le risorse cognitive dell'individuo. Tale competizione avviene lungo due percorsi distinti: un percorso *bottom-up*, in cui stimoli esogeni (come colori, contorni o segnali visivamente salienti) attirano automaticamente l'attenzione; e un percorso *top-down*, guidato dagli obiettivi e dalle motivazioni del soggetto, che seleziona consapevolmente quali elementi considerare rilevanti.

Accanto a questa prospettiva, gli autori integrano un modello derivato dalla *Cognitive Load Theory* (Schnotz & Kürschner, 2007), soffermandosi in particolare su due componenti del carico cognitivo. Da un lato, la VR è associata a un incremento del *germane load*, ovvero quel tipo di sforzo cognitivo che favorisce l'elaborazione profonda e la memorizzazione dell'esperienza. Questo tipo di carico è considerato funzionale, in quanto contribuisce a rendere l'esperienza immersiva più significativa e coinvolgente. Dall'altro lato, l'AR tende ad aumentare l'*extraneous load*, ovvero un carico cognitivo aggiuntivo generato da informazioni ridondanti o da stimoli eccessivi, che possono interferire con la comprensione e la selettività attentiva. In questo senso, le tecnologie XR modulano l'esperienza dell'utente non solo in base alla qualità visiva o sensoriale, ma anche in funzione della quantità e rilevanza delle informazioni che l'ambiente virtuale è in grado di trasmettere, influenzando in modo rilevante l'equilibrio tra i meccanismi top-down e bottom-up che regolano l'attenzione.

In particolare, gli autori ipotizzano che:

- La realtà virtuale, eliminando ogni riferimento alla realtà fisica e immergendo completamente l'utente in un ambiente simulato, tenda a "*modificare la finalità cognitiva dell'esperienza, spostandola dall'osservazione dei prodotti all'esplorazione dell'ambiente*". Questo cambiamento, descritto dagli autori come *goal-shifting*, si

traduce in una riduzione della frequenza con cui i consumatori rivolgono l'attenzione ai prodotti esposti, a favore di una maggiore esplorazione visiva delle aree periferiche dello spazio virtuale, spesso utilizzate come punti di riferimento per orientarsi all'interno dell'ambiente immersivo ($H1_{VR}$).

- Al contrario della VR, la realtà aumentata (AR), sovrapponendo elementi digitali alla realtà fisica, introduce segnali visivi esogeni che interferiscono con l'attenzione selettiva degli utenti, aumentando il carico percettivo e generando un effetto di *distraction*, che riduce la frequenza con cui l'attenzione viene effettivamente allocata ai prodotti esposti. In questo senso, l'AR non intensifica il focus sull'oggetto, ma ne compromette la stabilità attentiva, disperdendo lo sguardo verso stimoli periferici e sovrapposti ($H1_{AR}$).

In entrambi i casi, dunque, si ipotizza una riduzione dell'attenzione rivolta ai prodotti, ma attraverso meccanismi differenti: mentre la VR spinge il consumatore a distogliere lo sguardo per esplorare l'ambiente immersivo, modificando gli obiettivi cognitivi dell'esperienza, l'AR potrebbe frammentare l'attenzione attraverso un sovraccarico informativo, rendendo più difficile mantenere il focus visivo sui prodotti stessi.

Per verificare se le variazioni nell'allocazione spaziale dell'attenzione osservate in ambienti immersivi siano effettivamente attribuibili all'impiego di tecnologie XR oppure se possano manifestarsi anche in contesti tradizionali, gli autori formulano due ipotesi nulle ($H2(0)_{VR}$, $H2(0)_{AR}$). Tali ipotesi assumono che non vi siano differenze significative nella distribuzione dell'attenzione tra ambienti immersivi e non immersivi, a parità di contenuti informativi e configurazione spaziale. In altri termini, se la tecnologia XR non avesse un impatto reale sul comportamento visivo, i consumatori dovrebbero allocare l'attenzione ai prodotti in modo analogo a quanto accade in un punto vendita fisico tradizionale. Questa formulazione si inserisce in una logica di validazione statistica: le ipotesi nulle rappresentano il riferimento di neutralità rispetto al quale vengono confrontati i dati raccolti. Solo qualora emergano evidenze empiriche sufficienti a rigettare le ipotesi nulle, sarà possibile confermare l'effetto significativo delle tecnologie XR sull'allocazione dell'attenzione, validando così le ipotesi alternative precedentemente formulate ($H1_{VR}$ ed $H1_{AR}$).

In aggiunta alla componente spaziale, gli autori analizzano anche la dimensione temporale dell'attenzione, intesa come la durata con cui gli utenti mantengono il focus visivo sui prodotti esposti. Facendo riferimento alla *Cognitive Load Theory*, vengono distinti due effetti cognitivi di segno opposto.

Da un lato, nella realtà virtuale, con un incremento del *germane load* (carico cognitivo funzionale), nonostante l'elevato grado di immersione e la focalizzazione percettiva offerte dall'ambiente virtuale, l'attenzione visiva tende secondo gli autori a essere mantenuta per un tempo più breve sui singoli prodotti, proprio perché l'utente è in grado di decodificare le informazioni più rapidamente ($H3_{VR}$). Dall'altro lato, la realtà aumentata, sebbene favorisca la memoria episodica attraverso l'aggiunta di informazioni spazialmente correlate, determina un aumento dell'*extraneous load*, portando gli utenti a soffermarsi più a lungo sui singoli prodotti non per effetto di un maggiore coinvolgimento, bensì per la maggiore difficoltà nel decodificare e integrare le informazioni visive ($H3_{AR}$).

Infine, gli autori prendono in esame la possibilità che la durata dell'attenzione visiva non si distribuisca in modo uniforme tra le diverse aree dello spazio espositivo, ma presenti variazioni significative in funzione del contesto tecnologico. Questa seconda serie di ipotesi si concentra, dunque, sulla distribuzione spaziale del tempo di attenzione. In linea con quanto osservato negli ambienti fisici tradizionali, si formula per la realtà virtuale un'ipotesi nulla: nel contesto VR - in particolare nella configurazione HMD-VR, considerata più vicina all'esperienza della realtà fisica rispetto ad altri setup - non dovrebbero emergere differenze significative nella durata dell'attenzione tra le diverse aree dell'ambiente ($H4(0)_{VR}$). Al contrario, nel caso della realtà aumentata, l'aumento dell'*extraneous load* e le specifiche modalità di elaborazione visiva coinvolte potrebbero generare una maggiore disomogeneità nella distribuzione dell'attenzione. La letteratura evidenzia infatti che un carico cognitivo più elevato può accentuare le asimmetrie tra emisfero destro e sinistro nell'elaborazione degli stimoli, con conseguenti variazioni nei tempi di attenzione dedicati alle diverse zone espositive. Si ipotizza quindi che l'AR induca a una distribuzione più irregolare dell'attenzione visiva, con differenze significative nella durata dello sguardo in base alla posizione dei prodotti ($H4_{AR}$).

Lo studio si basa sullo stesso setting sperimentale già presentato nella sezione 1.2.2, precedentemente discusso in riferimento al carico cognitivo. L'esperimento (Chen et al., 2023[21]) ha coinvolto 159 partecipanti, reclutati tramite l'università e appartenenti alla fascia d'età compresa tra i 20 e i 24 anni, provenienti da diversi Paesi, tra cui Finlandia, Cina, Germania, Vietnam, Spagna, Russia, Italia e Francia. Il disegno sperimentale adottato è di tipo between-subjects, organizzato secondo una struttura 2×2 (totale 4 condizioni): la

[21] https://doi.org/10.1108/ITP-09-2021-0674

presenza o assenza di immersione (VR) e la presenza o assenza di augmentation (AR). Ciascun partecipante è stato assegnato in modo casuale a uno dei quattro ambienti di shopping sperimentali: un negozio tradizionale (non-XR), un negozio in realtà virtuale (VR), un negozio in realtà aumentata (AR) o un ambiente misto che integrava VR e AR (VR+AR store). Ogni sessione sperimentale aveva una durata di dieci minuti, durante i quali i partecipanti potevano esplorare liberamente lo spazio espositivo, osservare i prodotti e prendere decisioni d'acquisto. L'allocazione spaziale dell'attenzione è stata misurata attraverso quattro metriche, calcolate a partire dall'analisi dei movimenti oculari e dell'orientamento della testa, rilevati tramite videocamere e tecnologie di eye-tracking.

La prima metrica, denominata *shift della visita attentiva*, misura la frequenza con cui i partecipanti spostano l'attenzione visiva da un'area di interesse (AOI) a un'altra nel corso dell'esperienza. Ogni transizione dello sguardo o della direzione della testa tra due zone distinte dello spazio espositivo viene registrata come uno shift. Questo parametro consente di valutare la propensione esplorativa dell'utente e la capacità dell'ambiente immersivo di stimolare un'attività visiva dinamica. La formula (si veda sotto) esprime il rapporto tra il numero totale di visite effettuate verso una determinata AOI e la somma di tutte le visite comprese quelle successive, permettendo così di quantificare il ritmo con cui l'attenzione viene ridistribuita tra più aree nel tempo. Un valore elevato suggerisce un'elevata frequenza di spostamenti attentivi e una maggiore reattività dello sguardo ai diversi stimoli ambientali.

$$attentional\ visit\ shift = \frac{\sum_{i}^{m} visit_i}{\sum_{i}^{m} visit_i + visit_j}$$

A differenza del primo parametro, che si concentra sulla frequenza degli spostamenti tra le aree di interesse, lo *shift della durata attentiva* analizza le variazioni nel tempo di osservazione dedicato a ciascuna AOI. In altri termini, questa metrica misura quanto tempo ciascun partecipante trascorre focalizzando l'attenzione visiva su un determinato oggetto o su una zona specifica, rispetto ad altre presenti nello spazio espositivo. Per esempio, se un partecipante guarda un prodotto per 30 secondi e poi ne osserva un altro per un tempo significativamente diverso, il cambiamento nella durata di attenzione tra le due aree è registrato come uno shift. Questa misura consente di comprendere non soltanto la direzione dei cambiamenti attentivi, ma anche l'intensità del coinvolgimento visivo, ossia quanto

tempo gli utenti decidano di investire nell'esplorazione di singole zone. La metrica viene espressa secondo la seguente formula:

$$attentional\ duration\ shift = \frac{\sum_{i}^{m} duration_i}{\sum_{i}^{m} duration_i + duration_j}$$

Il numeratore rappresenta la somma delle durate dell'attenzione per ogni AOI, mentre il denominatore include anche la durata delle osservazioni successive. Un valore elevato suggerisce una distribuzione più dinamica dell'attenzione nel tempo, con significative variazioni nella permanenza visiva tra una zona e l'altra.

La terza metrica considerata è invece la *variazione della visita attentiva*, che rappresenta il grado di eterogeneità con cui i partecipanti distribuiscono le proprie transizioni tra le diverse AOI. A differenza del semplice conteggio degli spostamenti visivi, questa misura si concentra sulla distribuzione complessiva delle visite, valutando quanto uniformemente l'utente esplori le varie zone dell'ambiente. Essa stima, di fatto, quanto il numero di visite a ciascuna AOI si discosti dalla media delle visite totali. Una bassa variabilità suggerisce una distribuzione bilanciata dell'attenzione, mentre un'elevata variabilità indica che alcune aree ricevono una maggiore attenzione, segnalando un'esplorazione più selettiva o focalizzata. La formula della variazione della visita attentiva risulta così formulata:

$$attentional\ visit\ variation = \frac{\sqrt{\sum_{i}^{m}\left[visit_i - \left(\sum_{i}^{m} visit_i\right)\Big/ m\right]^2}}{\left(\sum_{i}^{m} visit_i\right)\Big/ m}$$

L'ultima metrica considerata è infine la *variazione della durata attentiva*, che si concentra sulla distribuzione temporale dell'attenzione visiva tra le diverse aree di interesse (AOI). A differenza della variazione della visita, che rileva il numero di transizioni tra zone, questa metrica misura quanto il tempo dedicato a ciascuna area differisca dalla media, rilevando quindi eventuali squilibri nella *permanenza* visiva. In altri termini, consente di osservare se i partecipanti dedicano tempi di osservazione omogenei a tutte le AOI, oppure se tendono a soffermarsi più a lungo su alcune rispetto ad altre. Ad esempio, un partecipante che inizialmente osserva un prodotto per pochi secondi, ma successivamente dedica tempi più prolungati ad altri oggetti o torna ad approfondirne uno già visto, evidenzia un cambiamento nella distribuzione dell'attenzione temporale. Tale variazione può riflettere un'accresciuta intenzionalità esplorativa o una maggiore rilevanza attribuita ad alcune

informazioni nel corso dell'esperienza. La metrica viene calcolata secondo la seguente formula:

$$attentional\ duration\ variation = \frac{\sqrt{\sum_{i}^{m}\left[duration_i - \left(\sum_{i}^{m} duration_i\right)/m\right]^2}}{\left(\sum_{i}^{m} duration_i\right)/m}$$

Anche in questo caso, il numeratore corrisponde alla deviazione standard delle durate osservate sulle diverse AOI, mentre il denominatore normalizza il valore sulla durata media. Un valore più elevato indica una maggiore disomogeneità nel tempo di attenzione tra le diverse zone dello spazio espositivo.

Le quattro metriche descritte permettono di testare empiricamente le ipotesi formulate. In particolare, lo *shift della visita attentiva* è utilizzato per verificare le ipotesi $H1_{VR}$ e $H1_{AR}$, che riguardano la frequenza con cui l'attenzione viene allocata ai prodotti in ambienti immersivi. Lo *shift della durata attentiva* consente invece di testare le ipotesi $H3_{VR}$ e $H3_{AR}$, focalizzate sul tempo medio dedicato ai prodotti. Le due metriche di variazione (*della visita e della durata attentiva*) sono invece impiegate per valutare la distribuzione spaziale dell'attenzione, e sono quindi associate alle ipotesi $H4(0)_{VR}$ e $H4_{AR}$, relative all'omogeneità o all'irregolarità dell'attenzione nelle diverse aree dello spazio espositivo. Di seguito si può trovare un dettaglio dei risultati ottenuti per ciascuna condizione sperimentale.

Condizione	**AR**	**VR**	**ATTENTIONAL VISIT SHIFT** MEDIA (SD)	**ATTENTIONAL VISIT VARIATION** MEDIA (SD)	**ATTENTIONAL DURATION SHIFT** MEDIA (SD)	**ATTENTIONAL DURATION VARIATION** MEDIA (SD)
NON-XR	NO	NO	0.800 (0.073)	0.308 (0.159)	0.946 (0.042)	0.305 (0.142)
SOLO AR	YES	NO	0.755 (0.078)	0.322 (0.194)	0.943 (0.057)	0.335 (0.205)
SOLO VR	NO	YES	0.734 (0.075)	0.347 (0.184)	0.924 (0.054)	0.353 (0.230)
VR+AR	YES	YES	0.754 (0.077)	0.378 (0.175)	0.908 (0.066)	0.396 (0.214)

Tavola 58: Risultati delle quattro metriche per le differenti condizioni sperimentali (Chen et al., 2023).

Le statistiche descrittive (Tavola 58) evidenziano come la condizione non-XR sia associata ai valori più elevati di frequenza e durata dell'attenzione verso le aree espositive (visit shift: M = 0.800, SD = 0.073; attentional duration shift: M = 0.946, SD = 0.042), mentre la VR mostri valori più bassi rispetto alla sola AR e alla condizione di controllo non-XR per questi due parametri (visit shift: M = 0.734; duration shift: M = 0.924), indicando una riduzione dell'attenzione diretta ai prodotti in ambienti virtuali. L'ambiente AR si colloca su livelli

intermedi, con valori paragonabili alla condizione tradizionale per quanto riguarda la frequenza e la durata. La condizione ibrida (VR+AR) si distingue invece per una maggiore variabilità nella frequenza delle visite tra le AOI (visit variation: M = 0.378, SD = 0.175).
Le analisi statistiche condotte (ANOVA a due fattori) hanno restituito risultati differenziati per le due tecnologie, con evidenze più marcate per la VR. In riferimento all'ipotesi $H1_{VR}$, che postulava una riduzione della frequenza delle visite alle aree di interesse (AOI) nella condizione VR rispetto alla condizione di controllo, è stato riscontrato un effetto principale statisticamente significativo ($F(1,155) = 8.248$; $p = 0.005$), confermando l'ipotesi. I partecipanti esposti all'ambiente virtuale hanno visitato le AOI con minore frequenza, suggerendo un effetto di "*inattenzione focalizzata*" indotto dalla VR. Tale effetto può essere attribuito alla natura immersiva dell'ambiente virtuale, che tende a ridirezionare l'attenzione verso elementi ambientali più periferici o verso la navigazione spaziale, a discapito delle aree espositive centrali. Per quanto concerne l'ipotesi $H1_{AR}$, che prevedeva un'analoga riduzione della frequenza in condizione AR, l'analisi non ha restituito un effetto significativo ($F(1,155) = 0.905$; $p = 0.343$), e l'ipotesi non è dunque supportata. L'inserimento di contenuti aumentati non ha modificato in modo rilevante la frequenza con cui i partecipanti si sono soffermati sulle AOI, suggerendo che, diversamente dalla VR, l'AR non interferisca direttamente con l'intensità dell'attenzione visiva.
L'ipotesi nulla $H2_{VR}$, relativa all'assenza di differenze nella variabilità della frequenza delle visite tra condizione VR e non-VR, non è stata respinta ($F(1,155) = 2.769$; $p = 0.099$). La riduzione dell'attenzione indotta dalla VR, dunque, si manifesta come un effetto coerente e omogeneo, senza produrre un incremento nella dispersione interindividuale del comportamento attentivo. Similmente, anche l'ipotesi nulla $H2_{AR}$ è stata confermata ($F(1,155) = 0.379$; $p = 0.539$), evidenziando come la presenza dell'AR non incida in modo significativo sulla variabilità della frequenza delle visite tra le diverse AOI.
L'ipotesi $H3_{VR}$, secondo cui il tempo complessivamente dedicato alle aree di interesse (AOI) sarebbe inferiore nella condizione con realtà virtuale rispetto a quella senza VR, è stata pienamente supportata dai dati ($F(1,155) = 11.824$; $p = 0.001$).
I partecipanti esposti all'ambiente VR non solo visitano meno frequentemente le AOI (come evidenziato in $H1_{VR}$), ma vi dedicano anche un tempo significativamente più breve. Questo duplice effetto, che si manifesta tanto nella riduzione della frequenza quanto nella contrazione del tempo dedicato alle AOI, può essere interpretato come espressione di un possibile fenomeno di rimodulazione attentiva indotto dalla realtà virtuale. Più precisamente, si osserva una trasformazione nel profilo dell'attenzione: da focalizzata e

sostenuta, essa tende a divenire "*più distribuita nello spazio e meno concentrata nel tempo*", con una minore persistenza sugli stimoli rilevanti. Tale dinamica può essere letta attraverso la lente dell'*accelerazione cognitiva*, intesa come una modalità di elaborazione dell'informazione che si sviluppa in modo più rapido e sintetico all'interno di ambienti altamente immersivi e sensorialmente densi, quali quelli generati dalla VR. In questi contesti, l'intensità percettiva e la richiesta di navigazione attiva all'interno dello spazio tridimensionale virtuale spingono il soggetto a gestire simultaneamente molteplici fonti di stimolo, riducendo così la possibilità di soffermarsi con continuità su singoli elementi.

Ne risulta una fruizione accelerata, che potrebbe essere ricondotta a un aumento del cosiddetto carico cognitivo germinativo (*germane cognitive load*), ovvero quella quota di risorse mentali impiegata per l'elaborazione significativa delle informazioni. In VR, tale carico può favorire un processing più rapido ma meno profondo, orientato a cogliere globalmente l'ambiente più che ad analizzarne nel dettaglio i singoli componenti. Si tratta dunque non di una semplice sottrazione attentiva, ma di un *riassetto nella modalità di gestione dell'attenzione*, che si adatta alle condizioni ambientali imposte dal medium immersivo.

Al contrario, l'ipotesi $H3_{AR}$, che ipotizzava una riduzione analoga del tempo di attenzione nella condizione con realtà aumentata rispetto a quella senza AR, non è stata supportata ($F(1,155) = 1.576$; $p = 0.211$). La presenza di elementi aumentati non ha comportato una differenza statisticamente significativa nella durata complessiva dell'attenzione dedicata alle AOI. Questo risultato suggerisce che, a differenza della VR, l'AR non modifichi l'intensità dell'attenzione visiva, né ne acceleri l'elaborazione. La fruizione in ambienti aumentati, pur richiedendo un'integrazione tra livelli informativi fisici e digitali, sembra mantenere stabile il tempo dedicato alla percezione degli stimoli focali.

Per quanto concerne la dimensione temporale della variabilità attentiva, l'ipotesi nulla $H4_{VR}$ (che ipotizzava l'assenza di effetti della VR sulla variabilità temporale) è stata confermata ($F(1,155) = 0.071$; $p = 0.790$), suggerendo come la distribuzione del tempo di attenzione tra le AOI non cambi significativamente in presenza di VR. In altre parole, la VR riduce l'intensità dell'attenzione (frequenza e durata), ma non altera il modo in cui tale attenzione si distribuisce nel tempo tra le diverse aree. Al contrario, l'ipotesi $H4_{AR}$, secondo cui l'introduzione della realtà aumentata avrebbe prodotto un aumento della variabilità temporale dell'attenzione, è stata confermata ($F(1,155) = 3.961$; $p = 0.048$). L'AR, pur non modificando la quantità complessiva di attenzione, induce un'allocazione più disomogenea del tempo tra le AOI. Questo risultato evidenzia un "*effetto di squilibrio*" nell'esperienza

percettiva indotta dalla AR, che può essere interpretato come una difficoltà cognitiva nell'integrare i layer informativi digitali con l'ambiente fisico, determinando una maggiore irregolarità nella fruizione visiva.

Emerge infine un'interazione significativa tra VR ed AR in relazione alla frequenza delle visite ($F(1,155) = 9.558$; $p = 0.002$). I confronti a coppie rivelano come l'introduzione dell'AR produca una riduzione significativa della frequenza solo in assenza della VR (differenza media = 0.045; $p = 0.008$), mentre in presenza della VR l'effetto della AR si annulla. Tale risultato suggerisce come la VR rappresenti una condizione sufficientemente immersiva e dominante da neutralizzare gli effetti aggiuntivi dell'AR. In termini funzionali, si potrebbe ipotizzare una saturazione dell'effetto attentivo, in cui la VR, già di per sé altamente impattante, rende ridondante l'ulteriore stimolazione introdotta dall'AR.

Lo studio (Chen et al., 2023) evidenzia quindi come la realtà virtuale (VR) riduca in modo significativo sia la frequenza sia la durata dell'attenzione visiva verso i prodotti, suggerendo una rimodulazione esplorativa dello sguardo a favore di una maggiore interazione ambientale. La realtà aumentata (AR), pur mantenendo stabile l'intensità dell'attenzione, ne modifica invece la distribuzione temporale, aumentando la disomogeneità tra le diverse aree osservate. L'interazione tra VR e AR non produce effetti cumulativi, evidenziando quindi la necessità di un design esperienziale calibrato. Tali risultati offrono indicazioni operative rilevanti per i brand che intendono adottare soluzioni immersive, affiancandoli agli store fisici e digitali.

- La VR, per la sua capacità di generare immersione e coinvolgimento emotivo, si configura come uno strumento strategico per il marketing esperienziale orientato al rafforzamento della relazione simbolica con il brand, risultando particolarmente efficace in contesti di brand activation, installazioni emozionali e storytelling immersivo.
- L'AR, invece, si rivela più funzionale nei momenti prossimi alla decisione d'acquisto, grazie alla sua capacità di arricchire la percezione del prodotto senza alterare significativamente il flusso naturale dell'attenzione. Può pertanto supportare con efficacia il product marketing, l'informazione contestuale e la personalizzazione dell'esperienza, specialmente in contesti retail o digitali ad alta densità informativa.

In questa prospettiva, VR e AR non rappresentano tecnologie sovrapposte, ma strumenti complementari, da integrare in modo strategico in funzione degli obiettivi comunicativi e delle fasi del customer journey su cui si intende intervenire.

In sintesi, la sezione 2.3 ha messo in luce come il Metaverso stia ridefinendo le strategie di marketing, ponendo l'accento su esperienze immersive, personalizzazione e nuove modalità di engagement. Il virtual shopping rappresenta una delle manifestazioni più evidenti di questa trasformazione, in quanto riconfigura la relazione tra brand e consumatori attraverso ambienti tridimensionali capaci di amplificare il coinvolgimento e rafforzare il senso di appartenenza. Tra le leve strategiche emergenti, la costruzione della fiducia (*trust*) (L. Zhang et al., 2024) gioca un ruolo centrale, sostenuta da meccanismi come l'intermediazione di influencer digitali (S. Lee & Kim, 2020), l'interazione su misura e l'impiego di tecnologie abilitanti quali la blockchain per la certificazione dell'autenticità. Tuttavia, l'elevato grado di immersività e la ricchezza di stimoli (Syed & Shaheen, 2025) pongono nuove sfide nella gestione dell'attenzione dell'utente. Il rischio di sovraccarico cognitivo, se non opportunamente mitigato, può compromettere l'efficacia delle strategie di engagement, rendendo necessaria una progettazione attenta e calibrata degli ambienti virtuali, in grado di coniugare stimolazione e usabilità.

In tale contesto, le pratiche di fidelizzazione si evolvono, facendo leva su dinamiche di gamification, co-creazione di contenuti e partecipazione a community esclusive, che contribuiscono a trasformare il consumatore in un attore attivo e co-autore del percorso esperienziale. Il Metaverso si configura quindi non come un semplice canale addizionale, bensì come una dimensione interattiva che impone un ripensamento radicale delle logiche di marketing. Malgrado permangano criticità legate all'accessibilità, alla regolamentazione e alla sostenibilità delle infrastrutture tecnologiche, il potenziale del Metaverso come ambiente di relazione e consumo dipenderà dalla capacità dei brand di integrare innovazione tecnologica, gestione dell'attenzione e personalizzazione in esperienze realmente significative.

In conclusione, se da un lato il Metaverso apre scenari inediti per il marketing esperienziale, trasformando il ruolo del consumatore e le modalità di interazione con i brand, dall'altro sollecita una riflessione più ampia sui presupposti mediali, culturali e strutturali che ne orientano le forme di fruizione e di partecipazione. Prima di affrontare in modo sistematico le criticità tecnologiche, normative, ambientali e sociali che accompagnano lo sviluppo degli ambienti immersivi, risulta dunque necessario ampliare lo sguardo ai contesti comunicativi in cui tali trasformazioni si manifestano con maggiore evidenza.

2.4. Il Metaverso negli ambiti della cultura visuale

Questa sezione conclude il Capitolo 2 ampliando l'analisi finora condotta e introducendo un cambio sul piano interpretativo. Dopo aver esaminato come le tecnologie immersive vengano impiegate in specifici ambiti d'uso, l'attenzione si sposta su tre contesti della cultura visuale - *cinema, musei e broadcasting* - assunti non come ulteriori settori applicativi, ma come ambiti privilegiati per osservare le trasformazioni strutturali dell'esperienza audiovisiva.

In continuità con il framework mediologico delineato nel Capitolo 1 (Montani, 2020; Bolter & Grusin, 1999; Manovich, 2001; Murray, 1997), l'analisi non mira a fornire una rassegna delle applicazioni esistenti, ma a mettere in luce come l'esperienza immersiva stia riorganizzando, in modo ricorrente e non settoriale, i linguaggi e le modalità di fruizione dell'audiovisivo e delle immagini. In questa prospettiva, cinema, musei e broadcasting funzionano come *ambiti-limite* in cui tali trasformazioni emergono in forma particolarmente evidente, offrendo una chiave di lettura trasversale anche per reinterpretare le esperienze immersive descritte finora, e che saranno sistematicamente mappate nel Capitolo 3.

Il *cinema* rappresenta il primo settore di interesse, non solo per il ruolo storico del linguaggio cinematografico nella costruzione dell'immaginario audiovisivo contemporaneo, ma soprattutto dal fatto che la realtà virtuale (pur non essendo unica espressione tecnologica del Metaverso) interviene direttamente su alcuni presupposti strutturali del dispositivo filmico (Casetti & Pinotti, 2020; Chateau & Moure, 2020). L'impatto delle tecnologie immersive sul linguaggio cinematografico può essere compreso attraverso *quattro trasformazioni progressive*, che riguardano lo spazio della visione, lo statuto dell'immagine, la posizione dello spettatore e la qualità del coinvolgimento affettivo. Questi passaggi non descrivono una rottura con il linguaggio cinematografico, ma una riorganizzazione delle sue condizioni percettive e spettatoriali, che trovano nel cinema un primo terreno di manifestazione, interessando tuttavia in modo trasversale tutti i settori finora indagati (Arcagni & D'Aloia, 2021).

- Una prima trasformazione riguarda lo spazio della visione e si manifesta nel passaggio dall'inquadratura al campo (*from frame to field*). Nel dispositivo cinematografico tradizionale, lo spazio visivo è organizzato entro i confini del frame, che delimita l'area della rappresentazione e consente alla regia di controllare la distribuzione dell'attenzione attraverso la composizione e il montaggio. Nei contesti immersivi, e in

particolare nella realtà virtuale (VR), questa struttura è messa in tensione dall'espansione del campo visivo a 360 gradi. Lo schermo, emblema dell'esperienza cinematografica classica, tende a scomparire (unframedness (Casetti & Pinotti, 2020)), e la relazione tra ciò che è visibile e ciò che resta fuori campo diventa instabile e dipendente dal comportamento dell'osservatore. Il rapporto tra *on-screen* e *off-screen* non è più fissato dalla composizione dell'inquadratura, ma varia in funzione dei movimenti del corpo e della testa dell'utente, con il rischio che informazioni potenzialmente rilevanti possano passare inosservate, generando disorientamento nello spettatore (Arcagni & D'Aloia, 2021). Questa apparente perdita di controllo apre a una trasformazione profonda delle strategie di costruzione dell'esperienza audiovisiva. Le limitazioni introdotte dalla libertà percettiva della VR possono essere infatti riconvertite in risorse creative, richiedendo una progettazione dell'attenzione non più affidata primariamente al montaggio, ma alla distribuzione degli elementi nello spazio, all'uso del suono, dei movimenti di sguardo e di indizi visivi capaci di orientare implicitamente l'attenzione dell'utente. In questo senso, le cosiddette *narrative disaffordances* (Arcagni & D'Aloia, 2021) della realtà virtuale tendono a trasformarsi in advantages, poiché rendono possibile una forma di regia ambientale che agisce sulla percezione e sull'esplorazione, più che sulla successione temporale delle immagini: non si predetermina l'attenzione dello spettatore verso un frame definito dall'inquadratura, ma si convoglia e dirige la sua attenzione verso ciò che si vuole far guardare e comunicare, tramite scelte di regia specifiche (si veda in tal senso la CVR analizzata in questa sezione).

- A questa prima trasformazione dello spazio della visione si collega un secondo passaggio, che riguarda lo statuto stesso dell'immagine: *from screen to scape* (Arcagni & D'Aloia, 2021). Se l'espansione del campo visivo mette in crisi la cornice cinematografica, è la funzione dell'immagine a essere ulteriormente ridefinita quando lo schermo cessa di operare come superficie di rappresentazione (Montani, 2020) e si configura come uno spazio abitabile. In questa prospettiva, gli ambienti immersivi non si limitano a mostrare un mondo, ma rendono possibile un'esperienza di permanenza all'interno di esso. Tale riconfigurazione comporta una perdita della natura iconica e rappresentazionale dell'immagine (le immagini che negano il loro valore di immagini (Pinotti, 2017)), trasformandosi in un ambiente esperienziale esplorabile. Questa configurazione espone il linguaggio cinematografico al rischio di narrazioni debolmente strutturate, prive di una teleologia chiara (Arcagni & D'Aloia, 2021).

Tuttavia, proprio tale modalità esplorativa costituisce anche una risorsa espressiva. In assenza di una progressione narrativa rigidamente predefinita, le storie immersive tendono a emergere dall'interazione reciproca tra l'utente e le possibilità offerte dall'ambiente, risultando "*not pre-determined but rather emerging from the reciprocal interactivity of the agent and the environment*" (Arcagni & D'Aloia, 2021, p. 3). L'immagine-ambiente diventa così il luogo in cui la narrazione prende forma attraverso l'azione, rendendo l'esperienza audiovisiva un processo situato, corporeo e dinamico, che varia da spettatore a spettatore a seconda dalle scelte esplorative compiute da quest'ultimo.

- La terza trasformazione riguarda la posizione dello spettatore e si articola nel passaggio *from absence to presence*. Nel dispositivo cinematografico tradizionale, lo spettatore è strutturalmente assente dallo spazio della rappresentazione: pur potendo essere coinvolto emotivamente o cognitivamente, resta esterno alla scena, separato dall'immagine da una distanza fisica (dello schermo) e simbolica. Gli ambienti immersivi intervengono su questa configurazione rendendo possibile una collocazione diretta del soggetto all'interno dello spazio audiovisivo, producendo una condizione in cui l'utente viene situato in un sistema spaziale e sociale alternativo al mondo reale (Arcagni & D'Aloia, 2021). Questo passaggio non coincide semplicemente con un incremento dell'immersione sensoriale, ma si fonda su un processo di "*incorporation*" (Calleja, 2011), in cui l'utente interiorizza l'ambiente e, simultaneamente, viene incorporato in esso, superando la separazione tra spazio della visione e spazio dell'azione.
- L'ultima trasformazione riguarda infine la qualità del coinvolgimento affettivo e può essere descritta come il passaggio *from identification to empathy* (Arcagni & D'Aloia, 2021). Nel cinema tradizionale, il coinvolgimento emotivo dello spettatore si costruisce attraverso una relazione mediata con i personaggi, fondata su una distanza strutturale tra chi guarda e ciò che viene rappresentato (Selman, 1975). Nel cinema in VR, questa configurazione viene messa in tensione dalla collocazione diretta dello spettatore all'interno della scena, che favorisce una percezione di prossimità e di co-presenza (si veda quanto detto nella sezione 1.4.2 sui processi di costruzione di presence e co-presence). Questa riconfigurazione ha alimentato la retorica della realtà virtuale come "*ultimate empathy machine*" (Arcagni & D'Aloia, 2021), fondata sull'idea che l'immersione in prima persona produca automaticamente una comprensione più

profonda dell'esperienza altrui. La prossimità percettiva non garantisce tuttavia di per sé un'autentica esperienza empatica, e può anzi collocare l'utente a una distanza problematica rispetto a contenuti complessi o sensibili (N. Alexander, 2021). In questo senso, il cinema in VR non supera il paradigma cinematografico dell'identificazione, ma ne rende visibili i limiti, mostrando come la soggettivazione dello sguardo e l'intensificazione dell'esperienza non coincidano necessariamente con una maggiore capacità di comprendere l'altro. Paradossalmente il cinema tradizionale, proprio grazie alla distanza che istituisce tra spettatore e rappresentazione, continua a offrire un dispositivo efficace per l'elaborazione empatica dell'esperienza altrui (tramite il perspective taking (Selman, 1975; Raij et al., 2009)), evidenziando come l'empatia non derivi dalla semplice immersione, ma dalla possibilità di assumere la prospettiva dell'altro mantenendo una separazione tra soggetto che guarda ed esperienza rappresentata (Eitzen, 2018).

Letti nel loro insieme, i quattro passaggi analizzati delineano l'emergere di una riconfigurazione profonda delle pratiche di messa in scena cinematografica (e trasversalmente dei contenuti audiovisivi nei contesti immersivi), che non riguarda soltanto le modalità di fruizione, ma investe direttamente e porta a un ripensamento delle funzioni della regia. In questa prospettiva si inserisce la *Cinematic Virtual Reality* (CVR) (Mateer, 2017) intesa non come una semplice applicazione della realtà virtuale e dei sistemi immersivi al linguaggio filmico, ma come un ripensamento sistematico delle strategie di costruzione dell'esperienza audiovisiva.

La *CVR* rende esplicito un punto già implicitamente emerso: se cambiano le condizioni percettive dell'esperienza - dissoluzione del frame, trasformazione dell'immagine in ambiente, collocazione dello spettatore nello spazio della scena (Arcagni & D'Aloia, 2021) - non può restare invariato il modo in cui l'opera viene concepita, progettata e diretta. Il problema non risiede nell'introduzione di un maggiore grado di interattività, né nell'abbandono delle logiche cinematografiche in favore di modelli ludici, ma dalla necessità di ripensare la regia in un contesto in cui l'inquadratura e il montaggio tradizionale non costituiscono più gli strumenti primari di organizzazione dell'esperienza cinematografica ed audiovisiva (Mateer, 2017).

Nel contesto della *CVR*, la scomparsa del frame non elimina la funzione registica, ma ne trasforma radicalmente le modalità di esercizio (Rothe et al., 2019). L'impossibilità di controllare direttamente lo sguardo dello spettatore rende inefficaci molte delle tecniche

compositive proprie del cinema classico, imponendo uno spostamento dal controllo dalla superficie dell'immagine all'organizzazione complessiva dello spazio. La regia non opera più attraverso la selezione di ciò che "deve essere visto" (ciò che è inquadrato), ma attraverso la progettazione di un ambiente percettivamente leggibile, all'interno del quale l'attenzione dello spettatore può essere orientata, senza essere forzata (Nielsen et al., 2016). In quest'ottica, la regia assume una dimensione eminentemente ambientale, ma di per sé ancora più rilevante, esprimendosi tramite la distribuzione delle possibili azioni dell'utente nello spazio, il movimento interno alla scena, l'uso del suono direzionale, le variazioni di luce e profondità.

Il criterio d'efficacia della regia in *CVR* risiede quindi nella coerenza interna del mondo rappresentato, affinché risulti intelleggibile. L'esperienza risulta tanto più coinvolgente quanto più l'ambiente appare dotato di regole chiare, riconoscibili e stabili, che permettono allo spettatore di orientarsi, anticipare gli eventi e costruire una relazione significativa con lo spazio tramite le proprie azioni e movimenti (Mateer, 2017). In questo senso, il coinvolgimento non dipende dall'intensità sensoriale dell'immersione, ma dalla qualità progettuale dell'ambiente narrativo.

Alla luce di queste considerazioni, la CVR non si configura come un cinema "senza regia" (Mateer, 2017) ma come una forma di cinema che richiede una "regia diversa". Una regia meno centrata sulla manipolazione temporale delle immagini e più orientata alla costruzione di spazi narrativi coerenti e percettivamente strutturati, che guidino l'attenzione dello spettatore lasciando tuttavia a quest'ultimo una possibilità di esplorazione e accesso al contenuto audiovisivo tramite un percorso strutturato ma non unico e non a priori.

Le trasformazioni fin qui analizzate non restano confinate a un piano teorico, ma trovano una traduzione concreta in specifiche sperimentazioni artistiche che operano sul confine tra cinema, installazione e ambienti immersivi.

I casi qui considerati non intendono costituire una rassegna esaustiva, ma offrire esempi mirati di come la regia venga riconfigurata quando il rapporto tra produzione e fruizione dell'immagine si sposta dalla sequenza narrativa alla costruzione dell'esperienza, tramite due artisti conosciuti personalmente durante l'esperienza di dottorato stessa.

Un primo esempio è rappresentato da *Hydrocene. Fathoming the Void*, esperienza in realtà virtuale di Sara Francesca Tirelli.



Figura 58.1: *Hydrocene. Fathoming the Void*. (Sara Tirelli)

L'installazione rappresenta un esempio particolarmente chiaro di come la Cinematic Virtual Reality si traduca in una pratica registica fondata sulla progettazione ambientale dell'esperienza. L'opera immerge lo spettatore in una caduta continua verso un abisso sottomarino, utilizzata come metafora dell'incertezza esistenziale contemporanea. In questo contesto, l'immagine non funziona più come superficie frontale da osservare, ma come spazio liminale da abitare, sospeso tra passato e futuro.

La narrazione non si sviluppa secondo una progressione lineare, ma emerge dalla permanenza fisica e mentale all'interno del mondo virtuale, costruita attraverso una regia che agisce sulla continuità percettiva dello spazio. Trame sonore corali, variazioni di profondità e ritmo contribuiscono a orientare l'esperienza senza imporre una sequenza di eventi prestabilita. In questo senso, il coinvolgimento dello spettatore non dipende dalla successione narrativa delle immagini, ma dalla coerenza organica dell'ambiente, capace di sostenere una relazione immersiva prolungata e di attivare una dimensione percettiva e riflessiva dell'esperienza.

Se Hydrocene chiarisce la logica della regia ambientale in un contesto percettivo e introspettivo, *Medusa* (2018) svolge la funzione di ponte concettuale, mostrando come la *CVR* possa operare anche come dispositivo critico e politico. L'opera (*Medusa*) è un film sperimentale a 360°, articolato in due atti (Act I e Act II), pensato per la fruizione tramite visore VR e sviluppato attraverso un linguaggio ibrido che intreccia cinema, videoarte, performance, coreografia e sound art.

In Medusa, il superamento dell'inquadratura tradizionale (*from frame to field* (Arcagni & D'Aloia, 2021)) non produce un'esplorazione libera dello spazio, ma immerge lo spettatore all'interno di una sequenza discontinua e frammentata di eventi simbolici. La narrazione si costruisce secondo una logica post-verità, sovrapponendo materiali eterogenei - notizie di cronaca, documenti dell'Unione Europea, social media, interviste e frammenti audio storici - in cui fatti e finzione risultano deliberatamente indistinguibili. L'immagine, più che rappresentare la crisi dell'identità europea, la mette in scena come ambiente percettivo instabile, trasformando lo spazio visivo in un campo di tensioni politiche e culturali *(from screen to scape)*.

La collocazione diretta dello spettatore all'interno di questo spazio audiovisivo attiva una forma di presenza situata (*from absence to presence*) (Arcagni & D'Aloia, 2021; Slater, 2009), che non si traduce in immedesimazione empatica, ma in una condizione di esposizione critica.

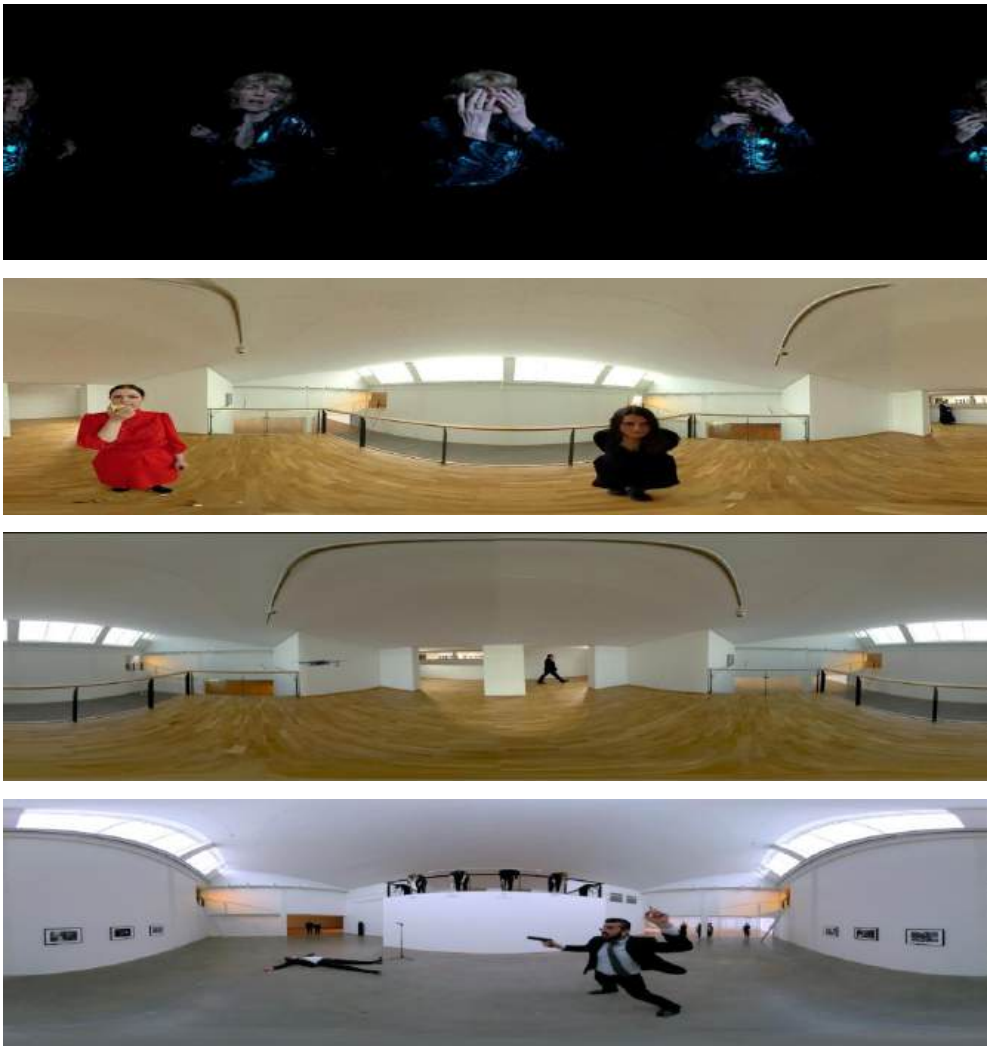




Figura 58.2: Scene tratte da *Medusa* (Sara Tirelli)

Figure simboliche come “Miss Europe” (una diva anziana che incarna l’identità europea come spettacolo ormai esaurito), la voce disturbata di Albert Camus (tratta da una conferenza del 1956 sul futuro della civiltà europea) strutturano una drammaturgia immersiva fondata sul cortocircuito tra memoria storica e ipermediazione contemporanea. Attraverso Medusa, la regia cinematografica si configura dunque come progettazione di un ambiente simbolico e cognitivo, in cui il senso emerge dall’abitare uno spazio audiovisivo frammentato piuttosto che dalla progressione lineare degli eventi. L’opera conferma così la CVR come una modalità di creazione cinematografica capace di ripensare il rapporto tra produzione e fruizione del contenuto, estendendo il linguaggio del cinema verso forme di esperienza, in cui viene meno quella soglia fra spazio della rappresentazione e spazio fisico. A completare questo percorso, *Nonland* di Huang Wei-Hsuan offre un esempio di Cinematic Virtual Reality in cui la regia ambientale assume una dimensione rituale e memoriale.



Figura 58.3: Nonland (Huang Wei-Hsuan)

L'opera si presenta come un'esperienza VR immersiva, fruibile all'interno di una grande stanza fisica oscurata, in cui i movimenti del corpo nello spazio reale trovano una corrispondenza diretta nel mondo virtuale. Tale continuità tra corpo, spazio e visione contribuisce a rafforzare una forma di presenza situata (Slater, 2009).
L'esperienza non si struttura attorno a una sequenza narrativa predefinita, ma si sviluppa attraverso l'attivazione progressiva di frammenti sensoriali e memoriali innescati dalla presenza corporea del visitatore. Muovendosi nello spazio fisico e virtuale, l'utente attraversa zone specifiche che, tramite semplici gesti o soste prolungate, attivano voci, suoni e apparizioni visive effimere, concepite come tracce di esistenze passate. L'ambiente si configura così come un paesaggio abitato da presenze post-mortem, in cui il senso non è trasmesso attraverso una storia raccontata, ma emerge per risonanza, dalla relazione esperienziale tra il corpo del visitatore e un insieme di memorie evocate.
Dal punto di vista registico, *Nonland* non guida lo spettatore attraverso un percorso predeterminato, ma progetta le condizioni spaziali e percettive che rendono possibile l'emergere del senso, lasciando al fruitore del contenuto audiovisivo la possibilità di dilazionare i tempi stessi dell'esperienza e impostare un percorso di evocazioni e immagini differenti a seconda delle proprie azioni. L'immagine si configura come ambiente abitabile (*from screen to scape*), mentre la presenza dello spettatore (*from absence to presence*) assume una forma contemplativa e rituale.

Se nel cinema (e più in generale nell'audiovisivo) le tecnologie immersive intervengono direttamente sul linguaggio e sul dispositivo spettatoriale, nel contesto museale esse agiscono in primo luogo come fattore di riconfigurazione del *sistema espositivo*.
Il museo moderno si è storicamente fondato su una serie di presupposti stabilizzanti - la separazione tra opera e visitatore, la centralità dello spazio fisico, la linearità del percorso e il ruolo dell'istanza curatoriale come principio ordinatore dello sguardo - che hanno contribuito a definire la visita come esperienza regolata e ritualizzata (Duncan, 2005; Bennett, 2013; Hooper-Greenhill, 2020). È proprio questo assetto storico del dispositivo museale che viene oggi messo in tensione e discussione dall'emergere di ambienti immersivi (Choi & Kim, 2017).
La prima trasformazione riguarda la crisi del percorso espositivo lineare che ha storicamente caratterizzato il museo moderno. Come evidenziato dalla museologia critica, la visita tradizionale si fonda su un itinerario sequenziale e regolato, in cui la disposizione delle opere e l'organizzazione degli spazi orientano lo sguardo del visitatore secondo una

logica narrativa e interpretativa predefinita (Duncan, 2005; Bennett, 2013; Hooper-Greenhill, 2020). In questo modello, il movimento nello spazio è guidato, la successione delle opere è stabilita a priori e il senso emerge principalmente dall'ordine imposto dal progetto curatoriale.

L'introduzione di ambienti immersivi mette in tensione questo assetto, favorendo modalità di fruizione fondate sull'esplorazione non sequenziale e sulla costruzione autonoma del percorso da parte del visitatore. In tali configurazioni, lo spazio museale non opera più come dispositivo di orientamento rigido, ma assume i tratti di un campo esperienziale, all'interno del quale il soggetto può muoversi liberamente, sostare, tornare sui propri passi o modificare l'ordine dell'esperienza. Un caso emblematico è rappresentato dal *teamLab Borderless* (Tokyo), dove l'assenza deliberata di mappe, percorsi prescritti e gerarchie spaziali elimina qualsiasi linearità della visita (Stokes-Rees, 2019; Haslem, 2020). Le opere non sono collocate in sale chiuse e numerate, ma si distribuiscono in un ambiente continuo e interconnesso, attraversabile in molteplici direzioni. Il visitatore non segue un tragitto obbligato, ma costruisce il proprio percorso attraverso scelte spaziali e temporali, rendendo ogni esperienza di visita differente e non replicabile.



Figura 58.4: teamLab Borderless (Tokyo)

In questa riconfigurazione, lo spazio museale perde la funzione di semplice contenitore ordinatore delle opere e diventa un dispositivo attivo di esperienza, progettato per essere esplorato piuttosto che attraversato secondo una sequenza prestabilita. Il senso non deriva

più dalla progressione lineare delle opere esposte, ma emerge dall'interazione tra il visitatore e l'ambiente.

La seconda trasformazione riguarda lo statuto stesso dell'opera. Nel museo moderno, l'opera è concepita come un oggetto autonomo, fisicamente e simbolicamente separato dal visitatore, da osservare secondo una logica frontale e contemplativa. In numerosi progetti basati su realtà virtuale e HMD, l'opera viene invece ricostruita ed estesa nello spazio, trasformandosi in un luogo esplorabile piuttosto che in un oggetto da guardare. Come nel caso delle ricostruzioni virtuali di siti storici e artistici - ad esempio il progetto *Seokguram Grotto HMD Travel Experience* (Choi & Kim, 2017) - il visitatore non si limita a osservare l'opera, ma la attraversa, modificando il proprio punto di vista e costruendo attivamente la propria esperienza percettiva.



Figura 58.5: Riconfigurazione dello spazio espositivo e dell'opera in ambiente esperienziale. Esempi di esperienze museali immersive basate su HMD tratte dal progetto Seokguram Grotto HMD Travel Experience (Choi & Kim, 2017, pp. 1521-1523)

L’opera cessa così di funzionare come oggetto espositivo autonomo e si configura come ambiente abitabile, integrato in un ecosistema narrativo e percettivo. La comprensione non deriva più dalla contemplazione distaccata, ma dalla permanenza e dall’esplorazione situata dello spazio, segnando un passaggio decisivo dalla logica dell’oggetto a quella dell’esperienza.

Le trasformazioni osservate in ambito cinematografico e museale mostrano come l’esperienza immersiva intervenga sui presupposti strutturali dei dispositivi della cultura visuale, riorganizzando il rapporto tra immagini, spazio e soggetto. Se nel cinema tali mutamenti investono lo sguardo, lo statuto dell’immagine e le condizioni della messa in scena (Arcagni & D’Aloia, 2021), e nel museo incidono sulle modalità di esposizione, di attraversamento e di produzione del senso (Bennett, 1995; Duncan, 1995; Hooper-Greenhill, 2000), il broadcasting costituisce un ulteriore *ambito-limite* in cui questa riconfigurazione assume una rilevanza fondamentale, per comprendere le nuove forme di linguaggio determinate dal Metaverso.

Il broadcasting, storicamente fondato su un modello di comunicazione uno-a-molti (*one-to-many*), su una temporalità lineare e sulla centralità dello schermo come superficie frontale e unificante dell’esperienza (Silverstone & Williams, 2004), rappresenta l’ambito in cui si possono evidenziare i cambiamenti più profondi in questi nuovi universi digitali immersivi.

Nel suo assetto storico, il broadcasting si è strutturato fin dalle sue origini come una forma complessa di relazione, capace di tenere insieme la dimensione collettiva della fruizione e l’esperienza individuale dello spettatore, operando sulla base di una struttura *for-anyone-as-someone* (Scannell, 2000), ovvero una configurazione comunicativa che si rivolge simultaneamente a una moltitudine e a ciascun individuo, parlando a molti come se parlasse a uno. Il broadcasting non coincide semplicemente con una condizione di simultaneità tecnica (una trasmissione simultanea del medesimo contenuto a più persone), ma produce un tempo condiviso, che rende possibile una co-presenza simbolica tra soggetti fisicamente separati. Si pensi, ad esempio, alla trasmissione di un grande evento sportivo in diretta, che attira l’attenzione di milioni di spettatori nello stesso momento (ad esempio una finale di Super Bowl). Pur in assenza di una condivisione spaziale, la trasmissione si rivolge simultaneamente a milioni di persone, che vivono insieme lo stesso momento (co-presenza temporale), pur essendo fra loro distanti, creando un momento unico di fruizione che è sia individuale che collettivo allo stesso tempo.

In tale direzione si sono recentemente orientate anche piattaforme streaming, fra cui Netflix, capaci di produrre momenti di fruizione collettiva su scala mondiale, fra cui il recente incontro fra Tyson e Jake Paul (Hu et al., 2025). La trasmissione in tempo reale organizza così un presente comune, nel quale lo spettatore è chiamato a riconoscersi come parte di una comunità di fruizione pur mantenendo una relazione personale con l'evento mediale. Tale equilibrio risponde a quello che Scannell definisce il *fundamental communicative dilemma for broadcasters* (Scannell, 2000): parlare a una pluralità anonima senza annullare la dimensione soggettiva dell'esperienza.

Questo assetto relazionale del broadcasting viene progressivamente ridiscusso dai processi di convergenza che hanno caratterizzato l'evoluzione dei media digitali contemporanei (Jenkins, 2004). La convergenza non coincide con un semplice mutamento tecnologico, ma con una riorganizzazione dei rapporti tra media, industrie e pubblici, che investe direttamente le modalità di partecipazione dell'audience. In questo quadro, il pubblico del broadcasting non si configura più esclusivamente come destinatario della trasmissione, ma come soggetto attivo, socialmente connesso e visibile all'interno dell'esperienza mediale.

- Le piattaforme di *live streaming* come Twitch rappresentano, in questo senso, una fase di transizione di questa convergenza. Pur rimanendo ancorata a una fruizione bidimensionale e schermo-centrica, la diretta su Twitch introduce forme di partecipazione che rendono esplicita la dimensione comunitaria del consumo: attraverso la chat in tempo reale (Recktenwald, 2017), gli spettatori non si limitano a seguire l'evento, ma interagiscono tra loro e con l'emittente, contribuendo alla costruzione condivisa del senso della diretta. La struttura *for-anyone-as-someone* descritta (Scannell, 2000) viene così estesa sul piano dell'interazione, senza tuttavia modificare lo statuto dell'evento, che continua a configurarsi come flusso temporale di co-presenza (temporale ma non spaziale).
- Il passaggio verso ambienti digitali immersivi segna un ulteriore scarto. Nei concerti ospitati all'interno di piattaforme come Fortnite (Moritzen, 2022), la partecipazione attiva del pubblico non si esaurisce più nella dimensione discorsiva o testuale, ma viene spazializzata. La diretta non è più soltanto seguita, ma abitata: lo spettatore accede all'evento attraverso un avatar che si muove all'interno di uno spazio condiviso. In questi casi, il broadcasting non si limita a coordinare l'attenzione nel tempo (co-presenza tenmporale), ma riorganizza la forma-evento stessa, trasformando la

trasmissione in un'esperienza ambientale e attraversabile. Si instaurano in questo modo quel senso di presenza e co-presenza tipici dei sistemi immersivi.

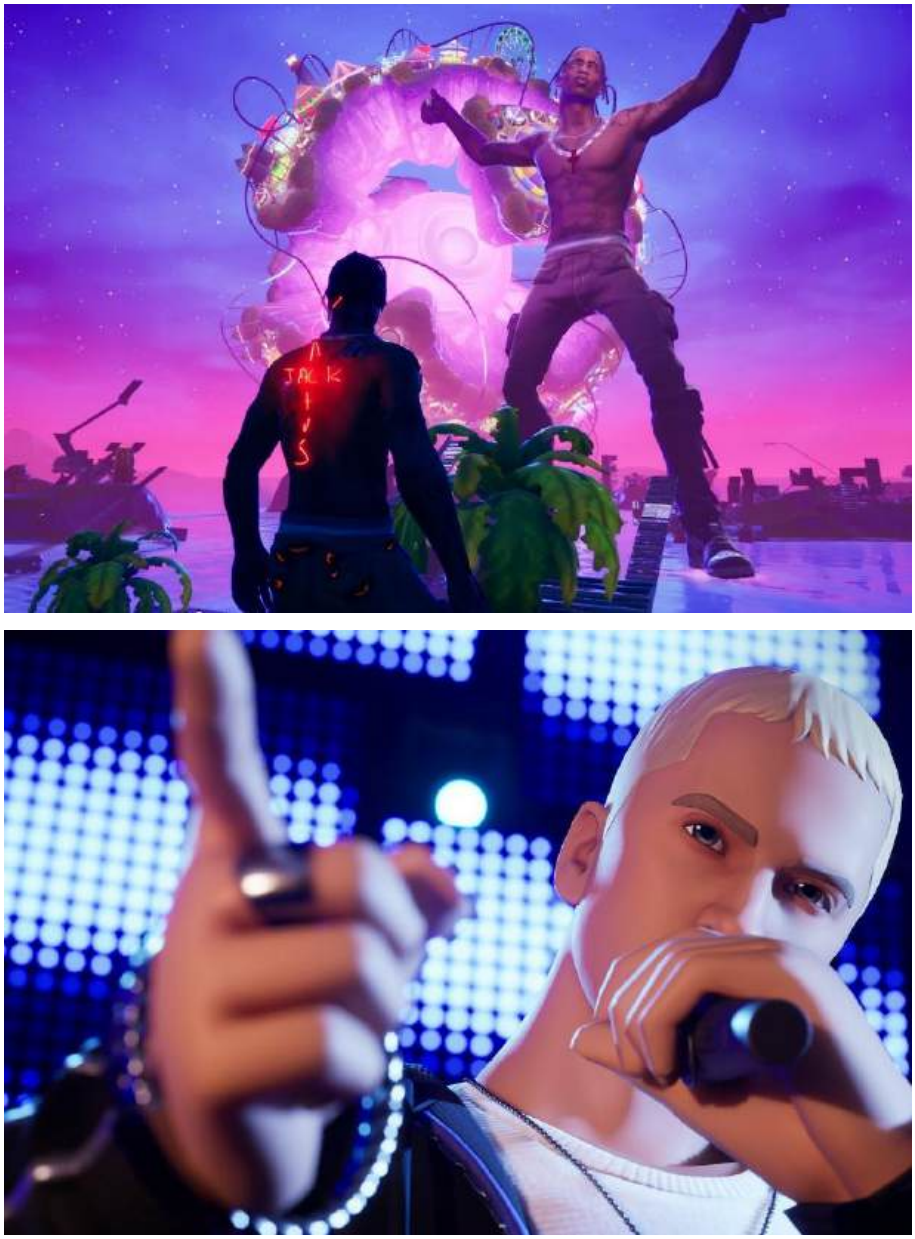


Figura 58.5: In alto: Un momento dell'evento "Astronomical" di Travis Scott, che nel 2020 ha coinvolto oltre 12 milioni di spettatori contemporaneamente, muovendo l'audience attraverso scenari psichedelici e trasformando l'artista in un'entità colossale che domina lo spazio di gioco. In basso: La performance di Eminem durante l'evento "The Big Bang", un ulteriore esempio di come franchise musicali globali utilizzino le piattaforme immersive per creare esperienze di fan engagement che superano i limiti fisici delle arene tradizionali. In queste esperienze, la convergenza mediale descritta da Henry Jenkins (Jenkins, 2004) si realizza pienamente: la tecnologia del gaming rimedia la forma-concerto, alterando i rapporti tra l'industria dell'intrattenimento e il pubblico. Non si tratta più di una visione passiva davanti a uno schermo, ma di una presenza situata dove il consumatore "prende i media nelle proprie mani", interagendo con l'evento attraverso il proprio avatar e condividendo un presente comune con una comunità globale di utenti

In questo senso, il broadcasting immersivo non trasforma semplicemente lo spettatore, ma ne ridefinisce la posizione all'interno dell'evento mediale (J. Alexander, 2008). Quando

l'utente può intervenire concretamente sull'esperienza - scegliendo prospettive, attraversando lo spazio dell'evento, modulando il proprio punto di vista - egli non si limita più a ricevere un contenuto, ma partecipa alla configurazione della sua forma di manifestazione. Il fruitore diventa così una presenza partecipante, chiamata a co-determinare l'esperienza dell'evento piuttosto che a consumarla passivamente.
Esperienze di broadcasting sportivo immersivo, come quelle sviluppate in ambito NBA per la fruizione in VR, rendono evidente questa trasformazione (Lopez, 2023): lo spettatore può collocarsi virtualmente a bordo campo, selezionare differenti angolazioni di visione e modificare in tempo reale la propria posizione rispetto all'azione di gioco. In questi contesti, pur in assenza di un intervento diretto sulla produzione dell'evento, il fruitore assume una funzione attiva nella costruzione dell'esperienza percettiva, avvicinandosi a una forma di regia co-partecipata.

Letti in una prospettiva integrata, i casi del cinema, del museo e del broadcasting mostrano una convergenza strutturale nei processi di riorganizzazione introdotti dagli ambienti immersivi. In ciascun ambito, il mutamento non riguarda la superficie formale dei contenuti, ma il principio organizzativo che regola l'accesso all'esperienza: il cinema smette di configurarsi come sequenza di inquadrature, il museo come percorso lineare e prescrittivo, il broadcasting come semplice flusso temporale uno-a-molti.
In tutti e tre i casi, ciò che viene messo in tensione è il rapporto tra immagini, spazio e soggetto (Casetti & Pinotti, 2020). L'esperienza audiovisiva non è più organizzata primariamente secondo una logica frontale, sequenziale o trasmissiva, ma si struttura come ambiente abitabile, attraversabile e co-determinato dalla presenza dell'utente. Questo spostamento implica una ridefinizione profonda delle modalità di presenza (Slater & Wilbur, 1997) e di agency del fruitore (Kilteni et al., 2012), che non si limita più a ricevere un contenuto, ma partecipa alla configurazione concreta della propria esperienza.
In questa prospettiva, il Metaverso non può essere interpretato come una semplice estensione tecnologica dei media esistenti né come una loro replica mimetica in forma digitale. La riproduzione di sale cinematografiche, spazi espositivi tradizionali o palinsesti di diretta all'interno di mondi tridimensionali immersivi (come si vedrà nel capitolo 3 dedicato alla mappatura) non rappresenta un avanzamento sul piano mediologico, ma rischia di ridurre il Metaverso a un *digital double* incapace di valorizzare le trasformazioni introdotte dalla fruizione ambientale.

Al contrario, da quanto emerge dai contesti analizzati, è che il Metaverso opera (o dovrebbe operare) come un processo di rimediazione (Bolter & Grusin, 1999) e di riorganizzazione profonda dei linguaggi della cultura visuale. Non vengono introdotti semplicemente nuovi luoghi di fruizione, ma vengono rimesse in discussione le condizioni stesse attraverso cui l'esperienza audiovisiva è storicamente strutturata. Lo slittamento dalla replica alla riorganizzazione, dal formato al processo, consente così di comprendere il Metaverso come un campo di sperimentazione in cui si ridefiniscono simultaneamente spazio, soggettività e produzione di senso, in modo trasversale a tutti gli ambiti di indagine analizzati nel presente capitolo.

Proprio perché questa riconfigurazione investe direttamente il rapporto tra utente, ambiente e tecnologia, essa non è priva di implicazioni critiche. La trasformazione delle modalità di presenza e di agency apre infatti questioni rilevanti sul piano etico, sociale ed economico, legate alla raccolta dei dati, alla sicurezza, ai modelli di governance e alla sostenibilità delle infrastrutture immersive. Prima di procedere a una mappatura sistematica dei metaversi esistenti (capitolo 3), risulta quindi necessario interrogare tali limiti e tensioni, che costituiscono il rovescio strutturale delle potenzialità fin qui analizzate.

2.5. Sfide e limiti del Metaverso

Alla luce delle riflessioni svolte finora, la protezione dei dati personali rappresenta una delle sfide più urgenti e complesse per lo sviluppo sostenibile del Metaverso. In questa sezione si analizzeranno criticamente le implicazioni etiche e sociali connesse alla raccolta e al trattamento dei dati in ambienti immersivi, con particolare attenzione alla natura pervasiva della sorveglianza, alle tecniche emergenti di manipolazione dell'esperienza utente, all'impiego di avatar intelligenti a fini persuasivi e al modello economico fondato sulla monetizzazione delle informazioni personali. A partire da queste premesse, verrà infine discussa la necessità di un intervento regolatorio efficace che possa bilanciare innovazione tecnologica e tutela dei diritti fondamentali.

La transizione da piattaforme social tradizionali a esperienze virtuali immersive comporta un salto nella quantità e qualità delle informazioni raccolte. Le interazioni nel Metaverso generano infatti dati molto più profondi e sensibili rispetto a quelli ottenuti tramite semplici clic o reaction a video, foto e post (le consolidate modalità di interazione del web 2.0), portando a una raccolta di informazioni biometriche (frequenza cardiaca, dilatazione pupillare, sudorazione), comportamentali (direzione dello sguardo, andatura, postura), e di attivazione emozionale. In scenari come lo shopping virtuale, questi dati permettono di

mappare in tempo reale le reazioni dell'utente agli stimoli, aprendo la strada a una profilazione estremamente sofisticata. Come evidenzia Rosenberg (Rosenberg, 2022), il tracciamento in tempo reale della gestualità, della voce e delle espressioni facciali consentirà in futuro ai fornitori di piattaforme di conoscere non solo ciò che l'utente fa, ma anche "*ciò che sente mentre lo fa*", configurando una nuova frontiera del monitoraggio e modulazione della user experience. A questa raccolta intensiva si potrebbe facilmente affiancare il rischio di una manipolazione esperienziale difficile da riconoscere e contrastare. Gli utenti non saranno infatti più esposti unicamente a banner o contenuti promozionali riconoscibili, ma presumibilmente a esperienze personalizzate, immersive e apparentemente spontanee. Prodotti, marchi o messaggi potranno essere integrati in ambienti virtuali in modo mimetico, simulando interazioni casuali. Questo tipo di promozione, osserva ancora Rosenberg, è destinato a diventare più persuasivo proprio perché sfugge alla consapevolezza critica dell'utente, riducendo le difese cognitive e rendendo più efficace il condizionamento.

Un ulteriore elemento critico è rappresentato dall'uso di *Simulated Personas*, avatar generati da intelligenze artificiali in grado di dialogare con l'utente, adattando aspetto, voce e comportamento alle sue preferenze e stati emotivi. Tali agenti virtuali, definiti anche *SimGens*, sono progettati per risultare familiari e affidabili, e potrebbero essere percepiti anche come più credibili rispetto ad interlocutori umani. Il loro potenziale persuasivo è notevole, specie se si considera la possibilità di una personalizzazione spinta basata sulla profilazione del singolo utente (Rosenberg, 2022). Il futuro modello economico del Metaverso, che sottende queste pratiche, resta ancorato alla logica della pubblicità mirata e della monetizzazione dei dati personali, ma rischia di essere ulteriormente estremizzato nel contesto immersivo. Ogni interazione potrebbe infatti trasformarsi in fonte di profitto, alimentando una dinamica in cui l'utente cede inconsapevolmente una quantità sempre più consistente di informazioni. Lo stesso autore (Rosenberg, 2022) sottolinea inoltre che la gratuità apparente delle piattaforme è il risultato di una scelta collettiva che ha reso gli utenti stessi il prodotto da vendere ("If you don't pay for the product, you are the product"), più che i destinatari dei servizi. Una possibile alternativa futura a questo scenario risiede in modelli a pagamento, basati su abbonamenti, che ridurrebbero l'incentivo alla profilazione aggressiva, ma la loro diffusione resta incerta.

In questo frangente, risulta evidente la necessità di un quadro normativo chiaro e integrato. Come proposto dall'autore nel suo contributo *"Regulation of the Metaverse: A Roadmap"* (Rosenberg, 2022), una regolamentazione efficace dovrebbe limitare la conservazione dei

dati biometrici, impedire forme di manipolazione non dichiarata, obbligare le piattaforme a segnalare esplicitamente l'uso di agenti artificiali a fini promozionali, e garantire la trasparenza nella gestione degli algoritmi. Solo un intervento tempestivo, capace di prevenire l'incorporazione sistemica di pratiche invasive nei modelli di business, potrà scongiurare derive distopiche e promuovere un Metaverso eticamente sostenibile, in cui i diritti degli utenti siano tutelati tanto quanto le potenzialità tecnologiche vengono sviluppate.

Alla luce delle problematiche legate alla privacy e alla profilazione precedentemente analizzate, risulta essenziale approfondire anche il tema della sicurezza informatica, dimensione strategica per uno sviluppo responsabile e diffuso del Metaverso. L'elevato volume, e la natura sensibile dei dati raccolti negli ambienti immersivi, rendono queste piattaforme esposte a rischi nuovi e amplificati rispetto a quelli già noti nell'ecosistema digitale attuale. Come sottolineano (Di Pietro e Cresci, 2022), la combinazione inedita di tecnologie immersive, intelligenza artificiale, reti pervasive e sensori fisici configura una superficie d'attacco particolarmente ampia e ancora in parte inesplorata. Tra le principali criticità emergono i rischi di compromissione dell'identità digitale, il furto di asset virtuali, la possibilità di attacchi DDoS volti a bloccare intere porzioni di ambienti virtuali, e la manipolazione di contenuti o esperienze. In particolare, nel Metaverso potrebbero svilupparsi nuove forme di inganno o ingerenza, capaci di interferire con la percezione e l'interazione degli utenti in modo sofisticato e difficilmente rilevabile. In ambienti commerciali, ad esempio, eventuali violazioni della sicurezza potrebbero tradursi nella sostituzione fraudolenta di contenuti promozionali o nella sottrazione di NFT e altri oggetti digitali ad alto valore simbolico o economico. Per far fronte a questi scenari (Di Pietro e Cresci, 2022) gli autori propongono un insieme articolato di contromisure, tra cui sistemi avanzati di autenticazione multifattoriale, l'impiego di tecnologie biometriche per il riconoscimento sicuro degli utenti, il monitoraggio in tempo reale delle interazioni virtuali e l'adozione di sistemi intelligenti per la rilevazione automatica di anomalie.

Tuttavia, gli stessi autori mettono in guardia dal considerare queste soluzioni tecniche come sufficienti, in assenza di un impianto normativo robusto. È necessario, infatti, sviluppare un quadro regolatorio multidimensionale che, oltre a fissare standard tecnici, affronti anche le implicazioni giuridiche, etiche e sociali dell'uso di piattaforme immersive, garantendo trasparenza, responsabilità e tutela dei diritti degli utenti. In questa prospettiva, la sicurezza informatica nel Metaverso non può essere ridotta a una mera questione tecnica, ma va intesa come una sfida sistemica che richiede un approccio interdisciplinare. Solo coniugando

protezione tecnologica e garanzie normative - in continuità con quanto già introdotto per il web 2.0 attraverso il Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR) - sarà possibile costruire ambienti immersivi realmente affidabili e sostenibili, capaci di valorizzare il potenziale trasformativo del Metaverso senza compromettere la libertà e la sicurezza degli individui coinvolti.

In aggiunta alle problematiche di natura etica e di sicurezza precedentemente analizzate, anche la sostenibilità ambientale delle infrastrutture tecnologiche che supportano il Metaverso rappresenta una delle sfide più rilevanti per uno sviluppo su larga scala (Arshad et al., 2023). Le caratteristiche stesse degli ambienti immersivi, unitamente alle tecnologie necessarie per il loro funzionamento, comportano infatti un impatto ecologico significativo. In particolare, la blockchain - elemento, come visto, centrale per la gestione degli asset digitali e delle transazioni economiche nel Metaverso - è associata a un elevato consumo energetico, soprattutto nei processi di mining e validazione, e nella modalità Proof of Work (meno per quelli di Proof of Stake). Tali processi, già trattati nel contesto delle criptovalute (sezione 1.3.1), rischiano di amplificarsi con una diffusione estesa delle applicazioni immersive. Anche il cloud computing, pur meno energivoro della blockchain, contribuisce all'impatto ambientale complessivo, in relazione alla crescente domanda di archiviazione ed elaborazione dei dati (sempre più complessi ed articolati) generata dalla natura dettagliata e continua delle esperienze virtuali. In questo scenario, risulta imprescindibile adottare soluzioni strategiche orientate alla sostenibilità ambientale. Oltre all'impiego di fonti energetiche rinnovabili, la letteratura raccomanda interventi di ottimizzazione tecnica, come l'uso di algoritmi più efficienti, la virtualizzazione delle risorse e protocolli a basso dispendio computazionale. Parallelamente, appare auspicabile l'introduzione di quadri normativi in grado di definire standard minimi di sostenibilità per le aziende operanti nel Metaverso, orientando lo sviluppo tecnologico verso modelli più compatibili con le esigenze ecologiche globali.

Insieme alla sostenibilità ambientale, anche la promozione di un accesso inclusivo rappresenta una dimensione cruciale per uno sviluppo equo del Metaverso. Le tecnologie immersive possono infatti offrire nuove opportunità di partecipazione a soggetti spesso esclusi dalle modalità di interazione tradizionali. Come evidenzia (Hutson, 2022), utenti con disturbi dello spettro autistico (ASD) potrebbero trarre beneficio dagli ambienti VR, grazie alla possibilità di personalizzare l'ambiente, moderare gli stimoli sensoriali e comunicare attraverso avatar configurabili. Queste soluzioni permettono inoltre di superare

alcune barriere che ostacolano la partecipazione attiva nei contesti educativi e lavorativi, favorendo esperienze di apprendimento e collaborazione più inclusive.

In ambito formativo (si veda la sezione 2.1.1 per un maggiore dettaglio delle potenzialità del Metaverso in questo ambito), le piattaforme immersive consentirebbero agli studenti neurodivergenti di interagire in modo più conforme alle proprie modalità cognitive, valorizzando competenze spesso sottostimate nei contesti didattici tradizionali. Anche nel mondo del lavoro, l'adozione di spazi virtuali personalizzabili può facilitare l'integrazione professionale e offrire condizioni ambientali più adeguate. L'evoluzione verso modelli di lavoro ibrido e remoto rende pertanto urgente lo sviluppo di strategie progettuali inclusive, capaci di sfruttare appieno il potenziale della realtà virtuale per garantire la partecipazione soddisfacente e paritaria di tutti gli utenti.

Alla luce delle criticità analizzate, risulta evidente come lo sviluppo e la diffusione del Metaverso debbano necessariamente misurarsi con una serie articolata di sfide, che spaziano dalla protezione dei dati personali alla sicurezza informatica, fino alla sostenibilità ambientale e all'inclusione sociale. Tali dimensioni costituiscono fattori determinanti affinché il Metaverso possa realizzare appieno il proprio potenziale trasformativo, evitando al contempo di riprodurre o accentuare le problematiche già emerse nell'evoluzione del Web 2.0. In questa prospettiva, appare imprescindibile adottare un approccio multidimensionale e integrato, fondato sulla collaborazione tra attori tecnologici, legislatori e utenti, volto alla definizione di norme condivise, standard operativi sostenibili e criteri progettuali orientati all'inclusività. L'obiettivo è promuovere un modello di sviluppo consapevole, capace di coniugare le opportunità offerte dalle tecnologie immersive con una tutela effettiva dei diritti individuali, del benessere collettivo e delle risorse ambientali. Solo un impegno tempestivo e coordinato su questi fronti potrà favorire l'evoluzione di un Metaverso realmente sostenibile, equo e accessibile.

2.6. I risultati della systematic review

L'analisi sviluppata nei primi due capitoli ha restituito un quadro articolato del Metaverso, a partire dalle sue fondamenta teoriche e tecnologiche fino alle sue principali aree applicative. Obiettivo della systematic review è stato quello di cogliere la complessità del fenomeno, superando la retorica mediatica, per mettere in luce tanto le opportunità quanto le criticità che caratterizzano questa nuova dimensione digitale.

Nel primo capitolo è stata delineata una cornice teorica del Metaverso, mettendo in evidenza le sue caratteristiche distintive - persistenza, immersività, socialità,

decentralizzazione e interoperabilità - e analizzando il ruolo delle tecnologie abilitanti, tra cui la realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR), la blockchain e gli NFT. Particolare attenzione è stata riservata alla distinzione tra metaversi centralizzati e decentralizzati, nonché alle implicazioni sociologiche e cognitive legate alla presenza degli utenti in ambienti immersivi. È emerso con chiarezza come il Metaverso non sia un'entità unitaria, bensì un ecosistema in continua trasformazione, che integra differenti modalità di interazione digitale - dai mondi virtuali ai mirror worlds, fino al lifelogging.

Il secondo capitolo ha invece approfondito le applicazioni concrete del Metaverso nei settori dell'educazione, della salute, dello sport e del marketing. L'analisi ha mostrato come le piattaforme immersive stiano già modificando le pratiche formative e riabilitative, offrendo esperienze personalizzate e accessibili. Parallelamente, il Metaverso si configura come un nuovo spazio di consumo, in cui il virtual shopping e le strategie di brand engagement ridefiniscono il rapporto tra aziende e utenti, ma anche di profondo ripensamento del rapporto fra utente e fruizione di contenuti audiovisivi. L'esplorazione di trend emergenti di monetizzazione, come la gamification, il gambling e l'arte digitale, ha evidenziato il potenziale economico del Metaverso, ma ha anche sollevato interrogativi cruciali in termini di regolamentazione, sostenibilità e impatto etico.

Le principali criticità individuate riguardano la governance degli ambienti virtuali, la protezione dei dati personali, l'accessibilità tecnologica e l'impatto ambientale delle infrastrutture. La decentralizzazione, se da un lato rappresenta un'opportunità per costruire ecosistemi più aperti e partecipativi, dall'altro introduce nuove complessità legate alla gestione della fiducia e alla distribuzione equa del valore economico. Inoltre, la crescente monetizzazione dei dati e il rischio di dipendenza associato alla dimensione ludica del Metaverso pongono l'urgenza di sviluppare strumenti regolatori adeguati, capaci di guidare un uso consapevole di queste tecnologie.

Questa review ha dunque posto le basi teoriche per l'analisi che sarà sviluppata nel capitolo successivo, in cui si passerà da una prospettiva teorica a un'indagine empirica. La mappatura di 2.000 land nei principali metaversi esistenti consentirà di verificare in che modo i principi teorici finora analizzati trovino applicazione concreta nei diversi ambienti virtuali, quali dinamiche economiche e sociali li caratterizzino, passando dalla definizione teorica del Metaverso e delle sue prospettive future di sviluppo, alla sua osservazione diretta per come ad oggi si struttura.

CAPITOLO 3: La mappatura comparativa dei metaversi

Il terzo capitolo segna il passaggio dalla riflessione teorica all'analisi empirica. Attraverso un lavoro di mappatura sistematica, vengono esplorati e classificati i principali metaversi contemporanei, con l'obiettivo di restituirne una geografia comparabile e aggiornata. È importante ricordare, come visto nel primo capitolo, che il Metaverso non coincida con la sola realtà virtuale (Ball, 2022): la VR rappresenta solo una delle possibili tecnologie abilitanti, ma i metaversi si articolano in forme molteplici, che includono anche esperienze bidimensionali: una via di accesso privilegiata data l'attuale diffusione ancora limitata di visori VR, attraverso cui è stata realizzata la stessa mappatura.

La ricerca si fonda su un corpus di 2000 land analizzate in 8 metaversi, suddivisi in piattaforme decentralizzate e centralizzate, e classificate secondo assi interpretativi comuni. La mappatura proposta non si limita a descrivere i singoli ambienti, ma li colloca in un quadro comparativo, evidenziando pattern ricorrenti e specificità, modelli di governance e traiettorie evolutive. In questo modo il capitolo offre una visione organica delle configurazioni attuali dei molteplici metaversi, utile a comprendere la complessità e le possibili direzioni di sviluppo futuro.

3.1 Il framework di analisi della mappatura

La mappatura dei metaversi rappresenta un passaggio fondamentale per costruire una lettura sistemica e comparabile degli ambienti virtuali attualmente esistenti. In un contesto in cui le piattaforme immersive si moltiplicano e si diversificano in termini di finalità, architetture tecnologiche e modelli di governance, si avverte l'esigenza di individuare criteri interpretativi che consentano di restituire una visione d'insieme coerente e analitica. L'obiettivo principale di questa analisi è quindi comprendere come si strutturino i singoli metaversi, quali opportunità economiche vengano offerte agli utenti e in che modo i brand si posizionino in questi ecosistemi digitali, evidenziano punti di contatto e caratteristiche specifiche di ciascun universo digitale. La mappatura, in tal senso, non si limita a uno *state of the art descrittivo* delle singole piattaforme, ma intende restituire un *quadro comparato* capace di evidenziare analogie, divergenze e traiettorie comuni nello sviluppo dei diversi ambienti. Attraverso questa operazione è stato possibile mettere in luce i pattern emergenti nei modelli di funzionamento, nonché i differenti gradi di complessità e maturità raggiunti dalle varie esperienze metaversiche.

La mappatura è stata condotta a partire da tre assi interpretativi, intesi come dimensioni analitiche trasversali alle piattaforme analizzate: **tipologia di luogo**, **possibilità di**

acquisto, e **presenza di brand**. Per ciascun ambiente virtuale visitato sono stati attribuiti uno o più codici numerici all'interno di ciascun asse, in base alle caratteristiche effettivamente riscontrate: una singola *land* poteva infatti configurarsi come uno spazio multifunzionale, offrendo contemporaneamente più tipologie di acquisto, o ospitando più brand distinti. Di conseguenza, era possibile - e metodologicamente necessario - poter attribuire più codici anche per lo stesso asse.

Ogni *codice numerico* corrisponde a una *label descrittiva,* costruita secondo una logica categoriale. Il sistema di codifica si ispira ai metodi quali-quantitativi impiegati nelle ricerche di mercato, in particolare nella categorizzazione delle risposte aperte. Ciascuna nuova situazione osservata veniva associata, ove possibile, a un codice preesistente. Solo nel caso in cui nessuna delle etichette già identificate fosse risultata adeguata alla codifica di quella land, si procedeva alla creazione di un nuovo codice e della relativa label, espandendo così progressivamente il vocabolario analitico.

Questa attività è stata svolta interamente in modalità immersiva, attraverso l'esplorazione diretta di *2.000 ambienti* tramite un accesso desktop. Per ciascuna land, sono stati annotati i contenuti rilevanti e attribuiti i codici corrispondenti, separati da punto e virgola (;), in modo da permettere successivamente una scomposizione automatica in colonne distinte. Una volta completata la raccolta dei dati, l'intero set di codifica è stato elaborato tramite SPSS (versione 29.0.2). I codici assegnati sono stati trasformati in variabili categoriali a risposta multipla (multiple response sets), una per ciascuno dei tre assi analitici, rendendo così possibile un'analisi comparativa delle ricorrenze e delle distribuzioni categoriali nei diversi metaversi.

A partire da queste variabili a risposta multipla è stato poi condotto un lavoro di sintesi concettuale che ha portato alla costruzione dei cosiddetti **net categoriali**. Un *net*, in questo contesto, corrisponde a un'aggregazione di codici elementari (ossia singole etichette), accomunati da una funzione o natura interpretativa affine: si tratta di categorie analitiche di secondo livello, pensate per ridurre la frammentazione delle singole voci (senza rinunciare alla granularità della mappatura per un deep dive quali-quantitativo del dato), e per abilitare una lettura trasversale e sintetica del corpus di dati. L'aggregazione in *net* non è stata effettuata ex-ante, ma al termine della fase di codifica, come operazione interpretativa indispensabile per l'analisi quantitativa e la rappresentazione comparata dei risultati. Verranno di seguito analizzati i net creati per ciascun asse.

Il primo asse, relativo alla **tipologia di luogo**, si riferisce alla funzione prevalente che caratterizza ciascun ambiente analizzato. Questo criterio consente di classificare gli spazi virtuali in base al tipo di esperienza offerta agli utenti: spazi relazionali, ricreativi, commerciali, culturali, abitativi, e altri ancora. La categorizzazione riflette pertanto le modalità attraverso cui i metaversi strutturano il proprio territorio e determinano le condizioni di permanenza e interazione all'interno della piattaforma.

I net riferiti alla tipologia di land assolvono due funzioni analitiche distinte ma complementari. In primo luogo, permettono di evitare una sovrastima del numero di ambienti afferenti a una determinata area funzionale, nel caso in cui una stessa land presenti più etichette riconducibili a una medesima area d'uso. In secondo luogo, consentono di stimare il numero di ambienti unici che rispondono a una stessa logica d'impiego, anche se caratterizzati da configurazioni diverse. Il calcolo dei net fornisce dunque una misura sintetica della diffusione dei principali tipi di spazi nei metaversi, senza rinunciare alla specificità delle singole etichette assegnate in fase di codifica. Di seguito si presentano i quindici net costruiti per questo asse, con l'indicazione del numero progressivo, della definizione del raggruppamento e dell'elenco delle etichette confluite in ciascun net.

- **NET 1. Spazi pubblici e sociali**. Questa categoria comprende ambienti virtuali progettati per l'interazione spontanea tra gli utenti, privi di una finalità d'uso univoca o predeterminata. Richiamano spesso l'organizzazione simbolica e spaziale della vita collettiva offline, fungendo da sfondo per la socializzazione libera o per momenti di aggregazione più formale. Sono ambienti aperti, generalisti o istituzionali, in cui l'esperienza condivisa è centrale, anche in assenza di contenuti specifici. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Piazza; Area convegni - Sala conferenze - Zona eventi; Città; Meeting room*.
- **NET 2. Divertimento e intrattenimento.** Rientrano in questa categoria gli ambienti concepiti per offrire esperienze di intrattenimento non strutturate secondo logiche di gioco o competizione. La funzione primaria è legata al tempo libero, alla fruizione passiva o semi-interattiva di contenuti ludici, spettacolari, culturali, leggeri o evocativi. L'eterogeneità degli spazi raccolti riflette l'ampio spettro dell'intrattenimento nei mondi immersivi, dove il confine tra consumo e svago risulta sfumato. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Discoteca; Sports; Teatro - Cinema; Parco giochi - Parco divertimenti - Montagne russe; Monumento; Club - Comedy Club; Stadio; Labirinto; Libreria - Biblioteca; Skatepark; Karaoke - Spazio per cantare*.

- **NET 3. Gaming & Gamification.** Questa categoria identifica gli ambienti in cui la dinamica di gioco è dominante e organizzata in modo strutturato. Si tratta di spazi esplicitamente progettati per l'interazione ludica, per il coinvolgimento attivo dell'utente in attività competitive, esplorative o ricompensative, ispirate al linguaggio del gaming o alla logica della gamification. In questa categoria è aggregato il seguente codice: *Games - Giochi - Gamification*.
- **NET 4. Gambling.** Include gli ambienti virtuali orientati al gioco d'azzardo, alla scommessa o alla simulazione di dinamiche legate al rischio e alla ricompensa. La componente di casualità e la logica di vincita rendono questi spazi peculiari all'interno del più ampio universo ludico. In questa categoria è aggregato il seguente codice: *Gambling - Casinò*.
- **NET 5. Arte e cultura digitale.** Comprende gli ambienti destinati all'esposizione artistica, alla fruizione culturale e alla valorizzazione di contenuti simbolici in formato digitale, ma, spesso, anche ad una possibilità di acquisto di opere digitali. Spazi quali *Galleria d'arte - Spazio espositivo opere (NFT); Museo* rientrano in questa area.
- **NET 6. Area promozionale.** Questa categoria raccoglie gli ambienti progettati per ospitare messaggi pubblicitari, esposizioni di prodotto o installazioni a carattere temporaneo, con una forte vocazione promozionale. La funzione di questi spazi è eminentemente comunicativa, legata alla visibilità di brand, campagne o iniziative speciali. In questa categoria è aggregato il seguente codice: *Area promozionale - Spazio espositivo - Pubblicità*.
- **NET 7. Attività commerciali.** Rientrano in questa categoria gli ambienti strutturati per l'acquisto di beni e servizi, secondo modelli più o meno "realistici" di retail virtuale che simulano esperienze di consumo tradizionali in un contesto immersivo. La varietà delle tipologie incluse riflette la tendenza dei metaversi a riprodurre l'intero spettro merceologico del commercio online (web 2.0) e offline. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Agenzia immobiliare; Negozio arredamento; Negozio scarpe; Compagnia assicurativa; Cannabis Store; Casa d'aste; Negozio d'abbigliamento o accessori; Bar - Pub - Ristorante; Mall (Centro Commerciale); Banca; Supermercato*.
- **NET 8. Media e comunicazione.** Questa categoria include ambienti che fungono da hub informativi, spazi redazionali o studi creativi, nei quali il contenuto informativo o

mediale è al centro dell'esperienza. Si tratta di ambienti che offrono visibilità a emittenti, giornali, radio o format editoriali: *Radio; Giornale - Media*.

- **NET 9. Spazi di lavoro e istruzione.** Sono ambienti pensati per attività professionali, progettuali o formative. Riproducono l'architettura simbolica e funzionale del lavoro e dell'apprendimento, configurandosi come uffici, scuole, università o studi di design. La loro presenza segnala l'ambizione di alcuni metaversi di abilitare esperienze immersive anche in ambiti produttivi e istituzionali. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Design Studio; Scuola - Università - Spazio educativo; Ufficio - Studio*.
- **NET 10. Residenziale e privato.** Questa categoria raggruppa ambienti che simulano spazi di proprietà, luoghi abitativi o ambienti destinati alla sfera individuale. In alcuni casi si tratta di riproduzioni realistiche (ville, case, stanze), in altri di ambienti immaginari o simbolici (castelli, stazioni spaziali), accomunati dalla funzione di rappresentare una dimensione privata e personalizzabile. In questa categoria sono aggregati i codici: *Castello; Spiaggia - Piscina; Stazione Spaziale; Building - Villa - Palazzo - Casa; Private Land - Space; Hotel - Resort - Barca*.
- **NET 11. Sanità e benessere.** Rientrano in questa categoria gli ambienti che fanno riferimento alla cura del corpo e della salute, sia in senso medico-sanitario che in termini di benessere psico-fisico. Questi spazi possono riprodurre strutture ospedaliere, centri specializzati o aree dedicate al relax e alla rigenerazione, riflettendo un'estetica legata alla funzionalità oppure all'esperienza sensoriale. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Healthcare system; Palestra - Centro yoga - Spa - Centro relax; Ospedale*.
- **NET 12. Religione e spiritualità.** Questa categoria raccoglie ambienti che si ispirano a dimensioni rituali, simboliche o spirituali, legate a pratiche religiose oppure a spazi di raccoglimento e trascendenza. Si tratta di ambienti spesso caratterizzati da una forte componente visiva e iconica, destinati all'espressione della fede o alla celebrazione di eventi comunitari. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Luogo di culto - Celebrazioni; Chiesa - Area spirituale*.
- **NET 13. Esperienziale e naturale.** Questa categoria include ambienti immersivi che riproducono elementi della natura o offrono esperienze ispirate al mondo reale, spesso con finalità esplorative, contemplative o educative. La componente esperienziale è centrale e si traduce in ambientazioni che simulano habitat naturali. In questa categoria

sono aggregati i seguenti codici: *Acquario; Osservatorio astronomico; Giardino - Parco - Bosco - Zona campeggio; Zoo*.

- **NET 14. Infrastrutture e trasporti.** Fanno parte di questa categoria gli ambienti che riproducono elementi infrastrutturali o veicoli di trasporto, reali o immaginari. Possono rappresentare snodi di passaggio, punti di interconnessione o spazi scenografici. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Navicella; Palco - Passerella; Ponte; Laboratorio; Tunnel; Per extraterrestri (building); Stazione treno*.
- **NET 15. Altro.** Questa categoria residuale comprende infine tutti quegli ambienti non facilmente classificabili nelle categorie precedenti, per la loro genericità, ambiguità funzionale o tematizzazione particolare. Rappresenta un contenitore eterogeneo utile per mantenere la coerenza classificatoria complessiva. In questa categoria sono aggregati i seguenti codici: *Non classificabile; Area tematizzata; Generic Place.*

Il secondo asse di analisi riguarda la **possibilità di effettuare acquisti**. L'obiettivo è comprendere in che misura i metaversi incorporino una dimensione transazionale, e attraverso quali forme e strumenti questa venga resa accessibile all'utente. L'analisi permette di rilevare il grado di strutturazione dell'economia interna, il tipo di beni/servizi offerti, e il livello di connessione con sistemi di pagamento digitali, spesso ma non unicamente basati su criptovalute. I NET costruiti sull'asse consentono in primo luogo di isolare il numero di land che offrono almeno una possibilità di acquisto (NET 1), a cui segue un deep dive con net dedicati a beni digitali, prodotti fisici o servizi. In particolare:

- **NET 1 - Almeno una possibilità di acquisto**. Include tutti gli ambienti in cui è prevista almeno una modalità di acquisto, attraverso strumenti integrati o mediante rimandi esterni. Questo net mostra quindi il numero di land in cui l'esperienza non è puramente esplorativa, relazionale o immersiva, ma in cui è attivata contestualmente una dimensione economica legata all'acquisto di beni di differenti tipologia.
- **NET 2A - Acquisti NFT e oggetti digitali**. Raccoglie ambienti che permettono l'acquisto di oggetti digitali con valore prevalentemente simbolico, decorativo o collezionabile. Si tratta di spazi in cui è possibile ottenere NFT associati a elementi identitari (avatar, skin), estetici (arte, arredamento, musica) o ludici, senza che questi oggetti attivino funzioni aggiuntive o accessi privilegiati (quindi con pura valenza estetica). Il senso dell'acquisto risiede nella rappresentazione del sé, nella collezione o nel possesso di oggetti rari, più che nell'abilitazione a esperienze o contenuti ulteriori. Fra i codici inclusi rientrano: *NFT Wearable; NFT Arte; NFT Bored Ape; NFT*

Arredamento; NFT Avatars; NFT Melodie; NFT Barche; NFT per gioco; Collectibles NFT.

- **NET 2B - Acquisti NFT funzionali e token**. Comprende ambienti in cui gli oggetti digitali acquistabili (NFT o token) attivano una funzione d'uso, come l'accesso ad aree riservate (si pensi al caso ICE Poker Casinò), la partecipazione a eventi esclusivi, la produzione di contenuti o la personalizzazione avanzata dell'esperienza. L'acquisto è dunque *funzionale* e genera un effetto visibile nel Metaverso. Questa categoria segnala una transizione dalla pura rappresentazione simbolica verso l'abilitazione di ruoli, poteri o vantaggi all'interno della piattaforma. Fra i codici inclusi rientrano: *NFT Season Pass Calcio (LaLiga); Acquisti Token specifici; Acquisto spazi pubblicitari; Acquisto Token proprietario; Raffle NFT*.
- **NET 2C - Transazioni su blockchain e criptovalute**. Raccoglie gli ambienti in cui la dimensione economica si configura come un ecosistema articolato, fondato su logiche di blockchain, criptovalute, smart contract e asset digitali complessi. Rientrano in questa categoria le attività di compravendita di land, gli investimenti in crypto, lo sviluppo di dApp e altre operazioni tecniche (non puri NFT dal valore simbolico, come per il NET 2A, o funzionale/pragmatico per l'esperienza dell'utente, come per il NET 2B). Lo user in questi ambienti assume un ruolo più attivo e consapevole, potenzialmente affine a quello di un investitore. Fra i codici inclusi rientrano: *Acquisto/affitto land; Acquisto Crypto; Operazioni su blockchain; Sviluppo dApp*.
- **NET 3 - Acquisto di beni fisici o servizi**. Questa categoria comprende tutti gli ambienti in cui è possibile acquistare beni o servizi con "ricadute nel mondo reale". Si tratta di una sezione eterogenea che include prodotti tangibili (come food, merchandising, elettronica), servizi professionali (consulenze, logistica, corsi) e prestazioni fisiche (fitness, salute). La presenza di questa categoria segnala una crescente ibridazione tra dimensione immersiva e consumo reale, con piattaforme che si configurano come vetrine per acquisti che travalicano il mondo immersivo in cui sono sponsorizzate. Tra i codici inclusi rientrano: *Donazioni; Assicurazioni; Cannabis; Book test drive; Sviluppo per aziende Metaverso; Alcolici; Smartphone; Hotel/Appartamenti; Biglietti per eventi; Interventi dentistici e protesi; Corsi fitness*, e altri.

Infine, l'asse relativo alla **presenza di brand** è stato inizialmente codificato registrando esclusivamente il nome del marchio, qualora identificabile all'interno della land. In questa fase non è stata effettuata alcuna classificazione settoriale o funzionale, ma si è limitata la

rilevazione alla sola presenza nominale del brand (o dei brand presenti). Solo in un secondo momento, in fase di analisi, è stato condotto un lavoro di sintesi, che ha portato all'organizzazione dei marchi rilevati in otto NET categoriali (2A-2H), in base ad affinità settoriali. Più in dettaglio:

- Il **NET 1 - Almeno un brand** identifica tutti gli ambienti in cui è presente almeno un riferimento (più o meno forte, più o meno esplicito) a un marchio commerciale o istituzionale. Rientrano in questa categoria le *land* in cui l'esperienza risulta, in qualunque forma, associata a un'identità di marca, in contrapposizione agli ambienti non presidiati da brand: un indicatore sintetico che corrisponde alla somma logica delle presenze brandizzate, indipendentemente dalla loro appartenenza settoriale.

In una fase successiva, tutti i brand rilevati sono stati riclassificati in modo univoco nelle otto categorie (NET 2A-2H), sulla base del settore merceologico. La relazione tra brand e NET settoriale è **esclusiva**: ciascun brand è stato associato a una sola categoria, in modo da garantire coerenza analitica. Eventuali casi di *land* contenenti più brand appartenenti a NET differenti sono risultati residuali (solo in cinque casi una land presentava più di un brand). Più in dettaglio:

- **NET 2A - Brand moda e lusso**. Questa categoria comprende i brand del settore moda, fashion e lusso, caratterizzati da un'estetica distintiva e da una forte capacità di costruire ambienti immersivi coerenti con il proprio immaginario. La loro presenza nei metaversi tende a enfatizzare il valore simbolico e culturale del brand, attraverso showroom virtuali, sfilate, esperienze esclusive o capsule collection digitali. Fra gli esempi più rappresentativi si registrano *Gucci, Dior, Adidas, Ralph Lauren, Bershka, Mango*.
- **NET 2B - Brand tech & gaming**. In questa categoria rientrano brand che operano nell'ambito della tecnologia, dei videogiochi, delle infrastrutture digitali o dello sviluppo di soluzioni web 3.0. Si tratta spesso di aziende native digitali o legate all'universo del gaming, con una presenza che mira a mostrare innovazione, intrattenimento e accessibilità. Fra quelli più conosciuti: *Samsung, Ubisoft, Vodafone, Axie Infinity, Atari*.
- **NET 2C - Brand finanziari & cripto**. Questa categoria include banche, exchange cripto, piattaforme di trading o investimento, DAO e altri attori dell'ecosistema finanziario decentralizzato. La loro presenza nei metaversi è finalizzata ad offrire strumenti economici, wallet, valute digitali o spazi per la gestione di transazioni,

talvolta in modo esplicito, talvolta come sponsor di ambienti. Fra essi emergono *Binance, Dogecoin, EY, Coincheck, Rarible, Nifty Gateway*.

- **NET 2D - Brand media & intrattenimento**. Rientrano qui brand che operano nell'ambito dell'informazione, della cultura pop, dello spettacolo o della musica. Si tratta di marchi che utilizzano i metaversi per estendere la propria narrazione, ampliare il pubblico o creare engagement attraverso contenuti immersivi, fra cui: *TIME Magazine, The Walking Dead, Marvel, Disney, Rai Cinema, Warner Group*.
- **NET 2E - Brand automotive**. Questa categoria riunisce i principali attori del settore automobilistico, presenti nei metaversi con showroom virtuali, spazi promozionali o iniziative esperienziali. La finalità è rafforzare il brand e sperimentare nuovi modelli di interazione e comunicazione. Fra gli esempi più rilevanti: *BMW, Ford, Hyundai, Skoda*.
- **NET 2F - Brand food & beverage**. Comprende marchi legati all'alimentazione e al consumo, presenti nel Metaverso con esperienze brandizzate, eventi, spazi di convivialità o retail virtuale. L'approccio varia da iniziative di branding puro fino ad esperienze gamificate o promozionali. Fra i più rappresentativi: *Starbucks, McDonald's, Heineken, Carrefour, Coca-Cola*.
- **NET 2G - Brand sport & eventi**. Include le realtà legate al mondo dello sport, delle competizioni e degli eventi live. La loro presenza nei metaversi si configura come forma di promozione, attivazione della fandom, o partecipazione immersiva; fra essi: *La Liga, Australian Open, Pirelli, NFT Asia Events.*
- **NET 2H - Brand beni immobiliari & costruzioni**. Questa categoria raccoglie infine brand operanti nell'ambito dell'edilizia, dell'urbanistica, del real estate o delle infrastrutture residenziali. Si tratta di realtà che propongono ambienti abitativi, spazi privati o progetti architettonici digitali, talvolta in partnership con enti locali o soggetti istituzionali. Fra essi: *Meta Yachts, Republic Realm.*

Il processo di codifica ha generato complessivamente 62 label per la tipologia di luogo, 55 per le possibilità di acquisto e 250 per la presenza di brand. L'analisi proseguirà con una restituzione visuale articolata: per ogni Metaverso, dopo un breve excursus storico, saranno mostrate tre tavole di sintesi - una per ciascun asse di indagine - poste in relazione con il totale dei metaversi analizzati. Verranno in seguito riportati alcuni esempi paradigmatici di presidio dei brand per comprendere l'effettivo posizionamento e utilizzo del Metaverso come leva per il marketing esperienziale.

Per guidare l'analisi dei singoli metaversi, si è adottata una distinzione preliminare tra piattaforme decentralizzate e centralizzate. Nei metaversi decentralizzati - come *Decentraland, Mona, The Sandbox e The Nemesis* - l'esperienza si fonda su infrastrutture blockchain che abilitano proprietà condivise, transazioni tokenizzate e, in alcuni casi, modelli di governance partecipativa (DAO). Nei metaversi centralizzati - tra cui *Roblox, Spatial, VRChat e Zepeto* - l'intero sistema è invece controllato da un ente proprietario, che definisce regole, accessi e modelli di business in modo unilaterale. Questi ambienti risultano spesso più accessibili ma meno aperti e interoperabili. Questa suddivisione consente di cogliere le differenze strutturali che incidono sulla progettazione degli ambienti, sulle logiche economiche e sulle modalità di interazione, anche se si vedrà come la sola infrastruttura tecnica non sia l'unica, ed effettivamente rilevante, chiave di differenziazione di questi universi digitali.

A partire da questa distinzione, l'analisi è articolata in due sezioni (3.2 per i metaversi decentralizzati, 3.3 per quelli centralizzati), entrambe basate sul framework dei tre assi interpretativi. Lo scopo sarà tuttavia quello di cogliere le features distintive di ciascun Metaverso analizzato, di cui si può trovare di seguito un riepilogo.

METAVERSI	TIPOLOGIA	LAND ANALIZZATE
DECENTRALAND	DECENTRALIZZATO	*N*=256
MONA	DECENTRALIZZATO	*N*=574
THE SANDBOX	DECENTRALIZZATO	*N*=444
THE NEMESIS	DECENTRALIZZATO	*N*=18
ROBLOX	CENTRALIZZATO	*N*=189
SPATIAL	CENTRALIZZATO	*N*=209
VR CHAT	CENTRALIZZATO	*N*=149
ZEPETO	CENTRALIZZATO	*N*=161
		TOTALE N=2000

3.2 I Metaversi Decentralizzati

I metaversi decentralizzati rappresentano un'evoluzione significativa nel concetto stesso di piattaforma, offrendo agli utenti la possibilità di possedere e gestire direttamente asset digitali attraverso l'uso di tecnologie blockchain. Piattaforme come Decentraland, The Sandbox, Mona e The Nemesis si fondano su infrastrutture distribuite che promuovono la trasparenza, la sicurezza e, in alcuni casi, la partecipazione attiva degli utenti nei processi decisionali tramite meccanismi di governance come le DAO (Decentralized Autonomous Organizations (F.-Y. Wang, 2022; Fritsch et al., 2024)).

L’interoperabilità tra i metaversi analizzati rimane tuttavia ancora fortemente limitata. Ciascuna piattaforma tende a operare come un ecosistema relativamente chiuso, con asset, identità digitali e dinamiche di interazione che non risultano facilmente trasferibili o utilizzabili tra ambienti virtuali differenti. Nonostante si tratti spesso di mondi che si presentano come "decentralizzati", la piena apertura dei sistemi e la condivisione fluida delle risorse tra piattaforme resta un obiettivo ancora distante. Alcune soluzioni infrastrutturali, come i wallet digitali (ad esempio Metamask (W. M. Lee, 2023)), offrono un primo livello di portabilità e riconoscimento cross-platform, in particolare per quanto riguarda gli asset basati su standard comuni (come gli NFT su blockchain Ethereum). Tuttavia, questi strumenti, pur costituendo una potenziale base per una futura interoperabilità, si scontrano con la mancanza di protocolli condivisi e con la diversità dei modelli di governance, economia interna e tecnologie utilizzate dalle singole piattaforme. La possibilità di accedere con lo stesso wallet a più metaversi non implica infatti, di per sé, una reale continuità d’esperienza o la trasferibilità funzionale degli asset.
Alcune iniziative stanno esplorando percorsi innovativi per superare tali barriere: è il caso, ad esempio, della collaborazione tra The Nemesis e AIVAR METALAND, che si propone di sviluppare ambienti ibridi e interoperabili. Tuttavia, si tratta ancora di modelli di sviluppo sperimentali e in fase βeta, che non hanno ancora trovato un’applicazione diffusa o uno standard riconosciuto.

3.2.1 Decentraland - Governance distribuita ed esperienze brandizzate

Decentraland rappresenta una delle più importanti piattaforme decentralizzate costruita su blockchain. Lanciata pubblicamente nel 2020, dopo una fase iniziale di sviluppo e raccolta fondi avviata nel 2017, è stata progettata con l’obiettivo di garantire agli utenti la piena proprietà degli asset digitali e una partecipazione attiva alla governance attraverso meccanismi distribuiti. Decentraland si configura dunque come un ecosistema aperto, orientato alla sperimentazione creativa e alla costruzione collettiva di spazi immersivi, in cui il ruolo dell’utente non si limita alla fruizione, ma si estende alla progettazione, alla monetizzazione e alla gestione della piattaforma stessa. Dal punto di vista tecnico, Decentraland si basa su blockchain Ethereum, che supporta la registrazione e lo scambio degli asset digitali tramite smart-contract. Gli appezzamenti di terreno virtuale (LAND) sono rappresentati da token non fungibili (NFT), e possono essere acquistati, venduti o trasferiti liberamente su marketplace compatibili, fra cui OpenSea.

La valuta nativa della piattaforma, *MANA*, è un token utilizzato sia per le transazioni commerciali (oltre che come forma di investimento per il trading), sia come strumento di governance. Gli utenti che detengono MANA o LAND possono infatti partecipare alla Decentraland DAO, l'organizzazione autonoma decentralizzata che regola le principali decisioni relative alla piattaforma, ossia aggiornamenti, policy, finanziamenti a progetti (si veda la sezione 1.3.1 per una spiegazione dei modelli DAO e dei meccanismi di voto). La combinazione tra DAO, NFT e token utility configura un modello di gestione avanzato, in cui le logiche di proprietà e controllo sono distribuite tra gli utenti. L'intero sistema economico è pensato per essere trasparente, interoperabile e, almeno potenzialmente, svincolato dal controllo di una singola entità.

Le land analizzate risultano pari a *256***,** di cui si trova il risultato della mappatura in Tavola 59. Più in dettaglio, dal punto di vista tecnico, il Δ misura la differenza % fra la piattaforma e il totale campione, mentre α rappresenta il livello di significatività del confronto dove: *NS* indica che esso non è significativo (ossia con probabilità di errore superiore al 5%), *Sign. 95%* e *Sign. 99%* che la differenza risulta significativa e con una percentuale di errore rispettivamente ≤ 5% e ≤1%. Qualora il valore della cella sia vuoto indica l'impossibilità di confronto poiché una delle due percentuali risulta nulla, ossia pari allo 0%.

	TOTALE *[N=2000]*	**DECENTRALAND** *[N=256]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	6%	+3%	NS
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	10%	+5%	Sign.95%
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	20%	+2%	NS
[NET 4] GAMBLING	1%	4%	+3%	Sign.99%*
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%	14%	+2%	NS
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	17%	=	NS
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%	8%	+5%	Sign.99%*
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%	1%	+1%	NS
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	1%	=	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	6%	-15%	Sign.99%*
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%	1%	-1%	NS
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%	1%	=	NS
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%	2%	=	NS
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%			
[NET 15] ALTRO	17%	15%	-2%	NS

Tavola 59: Mappatura tipologia land TOTALE vs Decentraland

Dalla mappatura si evidenzia un panorama composito, con un buon bilanciamento fra le diverse tipologie di spazi, ma in cui emergono tre aree più rappresentate: "Gaming & Gamification", "Area Promozionale" e "Arte e Cultura Digitale". Queste ultime delineano i tre pillar dell'esperienza di Decentraland, sottolineando una vocazione esperienziale, immersiva e orientata al coinvolgimento dell'utente.

- Il primo asse, quello del *Gaming & Gamification* [NET 3: 20%], si articola attorno alla presenza di giochi interattivi, ambienti ludici, dinamiche di sfida e sistemi di ricompensa, confermando la centralità del gioco non solo come forma di intrattenimento, ma come meccanismo strutturale di engagement e leva di permanenza all'interno della piattaforma. Si tratta di un gaming spesso ibrido, che fonde dimensione ludica e logiche economiche, aprendo la strada a pratiche quali il play-to-earn e la gamification di esperienze anche non strettamente ludiche (Afacan, 2023; Thomas et al., 2023; Flavián et al., 2024).
- Il secondo pillar, quello delle *Aree promozionali* [NET 6: 17%], rimarca il ruolo di Decentraland come spazio espositivo e vetrina pubblica per brand, artisti, enti o progetti che intendono attivare forme di visibilità interattiva (in linea con quanto registrato sul totale campione: 17%). Le land promozionali assumono spesso la forma di installazioni temporanee, spazi narrativi o ambienti personalizzati, configurando modalità di comunicazione che integrano storytelling e design esperienziale.
- Il terzo asse, infine, legato all'*Arte e Cultura Digitale* [NET 5: 14%], segnala l'emergere di uno spazio simbolico e curatoriale, abitato in modo particolare da gallerie NFT e musei. Spesso legata a logiche di monetizzazione indiretta (ossia rimando alla vendita dell'NFT d'arte su piattaforme terze, fra tutte OpenSea), questa componente conferma il trend di monetizzazione legato alla vendita d'arte digitale, come visto in sezione 2.2.3.

L'analisi comparativa rispetto al totale campione porta ad una ancora migliore comprensione della natura di questo Metaverso. In particolare, Decentraland presenta un'incidenza significativamente maggiore di land dedicate all'*intrattenimento* (NET 2: +5%, Sign. 95%), alle *attività commerciali* (NET 7: +5%, Sign. 99%) e soprattutto al *gambling* (NET 4: +3%, Sign. 99%), quest'ultimo attestandosi al 4% contro l'1% del totale. Sebbene la quota assoluta del gambling sia quindi numericamente "contenuta" sul totale land (1/25), il dato risulta particolarmente rilevante alla luce di quanto discusso nel paragrafo 2.2.2, dove è stato sottolineato il ruolo catalizzatore di queste attività (si veda il

caso *ICE Poker*) tanto nel traffico di utenti quanto nell'acquisto di NFT funzionali all'accesso .

Decentraland incarna quindi in pieno l'ideale di Metaverso che attrae i suoi utenti per offrire esperienze di intrattenimento (gaming), ma percorrendo al tempo stesso tutti quei meccanismi di monetizzazione prima discussi: gamification, gamblification e vendita di arte digitale. La presenza consistente di aree promozionali sottolinea inoltre il presidio dei brand negli ambienti immersivi per incrementare non solo la brand awareness, ma per lavorare in modo paradigmatico su tutti i livelli di brand love e brand equity, che incrementano l'intenzione d'acquisto e rendono più resistenti i consumatori a feedback negativi. All'opposto, la categoria "Residenziale e Privato" risulta significativamente sottorappresentata (NET 10: -15%, Sign. 99%) assestandosi al 6% e sottolineando ancora una volta come il mero ideale di pura decentralizzazione, e di possesso di singole land da parte di soggetti privati, si declini poi, in realtà, in progetti economici volti alla monetizzazione degli spazi. Per questo motivo è ora necessario indagare le possibilità di acquisto proposte dalla piattaforma e riassunte in Tavola 60 (rimangono invariati i criteri di lettura dei valori differenziali e di significatività) per comprendere l'effettiva declinazione commerciale delle land.

	TOTALE *[N=2000]*	**DECENTRALAND** *[N=256]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	46%	-13%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	33%	+9%	Sign.99%*
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%	5%	+4%	Sign.99%*
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%	1%	-31%	Sign.99%*
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%	9%	+3%	NS

Tavola 60: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs Decentraland

Decentraland si caratterizza per una presenza transazionale significativa ma non totalizzante: il 46% delle land analizzate offre almeno una possibilità di acquisto (NET 1). Sebbene questo dato risulti inferiore alla media complessiva del campione (59%), tale scarto va interpretato alla luce di una *parziale distorsione della percentuale totale*, che risente della presenza di ambienti come Mona o Roblox, dove l'offerta di acquisti risulta trasversale, costante e sistematicamente integrata in tutte le esperienze - come verrà discusso nelle successive sezioni dedicate. In Decentraland, al contrario, la possibilità di acquisto non è imposta né distribuita in modo uniforme (in virtù proprio della sua decentralizzazione), ma emerge dalla progettazione autonoma di singole land, sviluppate

da creator, brand o community. Questo approccio conferma l'architettura aperta e partecipativa della piattaforma, che incoraggia ma non vincola la monetizzazione.

Le modalità transazionali osservate si articolano principalmente lungo tre direttrici:

- *Oggetti digitali e NFT collezionabili* (NET 2A: 33%; +9% rispetto al totale): si tratta della forma più diffusa di economia interna, che comprende abiti, accessori e oggetti acquistabili direttamente o tramite marketplace terzi, in particolare OpenSea.
- Acquisto *NFT Funzionali o Token* (NET 2B: 5%; +4% rispetto al totale): comprendono esperienze esclusive, giochi premium, concerti virtuali, mostre e altri eventi accessibili tramite token.
- *Beni fisici o servizi* (NET 3: 9%; +3% rispetto al totale): land brandizzate o spazi retail dove è possibile acquistare prodotti fisici, partecipare a campagne promozionali con reward dedicati, e acquistare servizi.

I dati suggeriscono un'importante vocazione alla monetizzazione, che diventa un asset importante del funzionamento dell'ecosistema. Questa declinazione commerciale correla con una brandizzazione degli spazi leggermente superiore alla media: il 21% delle land presenta infatti almeno un brand riconoscibile, a fronte di un dato pari al 16% sul totale campione (+5%: trend non significativo). Un maggiore dettaglio si può trovare in Tavola 61.

	TOTALE *[N=2000]*	**DECENTRALAND** *[N=256]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**21%**	+5%	NS (TREND)
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%	2%	+1%	NS
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%	5%	=	NS
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%	4%	=	NS
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	4%	=	NS
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%	1%	=	NS
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%	3%	+2%	Sign.95%
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%	2%	+1%	NS
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%	4%	+3%	Sign.95%

Tavola 61: Brand positioning TOTALE vs Decentraland

Ta i settori maggiormente rappresentati nel brand positioning di Decentraland emergono:

- *Tech & Gaming* (NET 2B: 5%): questa categoria raccoglie brand attivi nei settori della tecnologia, delle telecomunicazioni e del gaming, la cui presenza risulta particolarmente coerente con l'identità e l'architettura di *Decentraland*. In quanto piattaforma nativamente fondata su tecnologia blockchain e orientata alla cultura web

3.0, *Decentraland* rappresenta un ambiente naturale per attori tecnologici interessati a sperimentare nuove modalità di visibilità, interazione e ingaggio immersivo. Brand come *Samsung*, *Vodafone* trovano in questo contesto uno spazio di esplorazione coerente con il proprio posizionamento innovativo, mentre realtà come *Atari* si integrano perfettamente nella logica ludica e visuale che caratterizza l'esperienza utente della piattaforma. In questi casi, la presenza del brand non si limita a una funzione espositiva, ma attiva dinamiche di partecipazione, gioco e interazione, in linea con la natura esperienziale del Metaverso.

- *Finanza & Crypto* (NET 2C: 4%): la presenza di brand finanziari e crypto in *Decentraland* risponde a una logica di coerenza strategica più che strutturale. Il pubblico della piattaforma è infatti già presumibilmente familiare con il linguaggio della blockchain, dei token e degli investimenti digitali (data la natura decentralizzata di questo Metaverso), rendendo questo ambiente particolarmente favorevole per attori che operano in ambito finanziario decentralizzato o legato a progetti di criptovalute o blockchain-based. Tra i brand rilevati figurano *Aktif Bank*, *EY*, *Foil Network* e *Airdrop*, oltre a piattaforme specializzate in NFT e arte digitale come *Rarible* e *Known Origin*. Completano il panorama iniziative legate alla divulgazione, come *The Journal of The British Blockchain Association* e *Decentraland Report*, che contribuiscono a rafforzare la cultura e conoscenza di queste tematiche.

In aggiunta a questi, completano l'eterogeneità dei brand positioning in questo universo digitale altri settori fra cui:

- Il comparto *Immobiliare e Costruzioni* (NET 2H: 4%) che si distingue per la progettazione di land come veri e propri asset patrimoniali, spesso sviluppati da player specializzati nella creazione di spazi architettonici virtuali, come *Republic Realm*.
- Il settore *Media & Intrattenimento* (NET 2D: 4%) si configura invece come un laboratorio sperimentale, in cui artisti e marchi editoriali esplorano nuove forme narrative ed esperienziali, come dimostrano i casi di *Steve Aoki* o *Playboy*.
- Seguono categorie con percentuali inferiori, fra cui *Food & Beverage* (NET 2F: 3%)**,** rappresentata da attivazioni simboliche ad alto impatto, come quella di *Coca-Cola*, e *Moda & Lusso* (NET 2A: 2%)**,** che trova espressione in fashion week virtuali e collezioni wearable, spesso legate a dinamiche community-based.

La presenza di questi settori, seppur più contenuta, conferma la tendenza di *Decentraland* a configurarsi come un ecosistema aperto a sperimentazioni trasversali, in cui l'identità del

brand si costruisce attraverso linguaggi immersivi ma con differenti declinazioni (esperienziali, di pura promozione, di vendita diretta e indiretta).

La Figura 62a e 62b propongono quattro esempi emblematici di strategie adottate dai brand: dallo spazio promozionale permanente all'evento collettivo, dall'installazione temporanea al wearable brandizzato.



Figura 62a: Esempi di brand positioning su Decentraland

La prima forma di posizionamento osservabile è legata a *spazi temporanei attivati in occasione di eventi*, come nel caso di Estée Lauder (62a; sinistra), che durante una passata edizione della Metaverse Fashion Week ha realizzato un ambiente immersivo ispirato ai propri valori di marca. Si tratta di un intervento concepito per offrire un'esperienza simbolica coerente con il posizionamento del brand nel mondo beauty: attraverso elementi visivi, narrazione e interazione, l'identità della marca viene trasposta nello spazio virtuale, trasformandosi in un luogo riconoscibile e abitabile. Il posizionamento non coincide con la semplice "esposizione del logo", ma si concretizza nella capacità di costruire un ambiente coerente con l'universo valoriale del brand. A fianco (62a; destra) Coca-Cola propone una strategia diversa, orientata all'*integrazione commerciale diretta*. Il lancio di un capo digitale collezionabile, venduto in formato NFT, rappresenta una modalità di presenza in cui la dimensione simbolica e quella transazionale si sovrappongono. Il wearable diventa così sia un oggetto d'identità, attraverso cui il brand modella l'estetica dell'avatar, sia un prodotto da acquistare, collezionare e mostrare. Il posizionamento del brand si gioca sulla riconoscibilità visiva, sulla diffusione dell'oggetto e sulla sua capacità di generare valore relazionale (ed economico) all'interno della community.



Figura 62b: Esempi di brand positioning su Decentraland

In figura 62b (a sinistra) è invece riportato un esempio di *presenza istituzionale permanente*, come quella di Deutsche Bank. Il brand presidia uno spazio informativo all'interno della piattaforma, che assume la forma di un hub di contenuti e approfondimenti sui servizi offerti dall'azienda. Qui il Metaverso viene impiegato come ambiente di comunicazione continuativa, con una funzione sia commerciale che informativa, rimandando eventualmente a contenuti esterni alla piattaforma per maggiori approfondimenti.

Infine, la Metaverse Fashion Week (62b; a destra) si configura come un esempio di *evento collettivo di sistema*, che catalizza la presenza di numerosi marchi e li inserisce in uno spazio di visibilità condivisa. In questo caso, il posizionamento si realizza attraverso la partecipazione a un'infrastruttura simbolica più ampia, in cui ciascun brand può esprimersi individualmente ma all'interno di una cornice curatoriale comune. La piattaforma si trasforma, in questa occasione, in un palcoscenico tematico in cui brand delle stesso settore competono nel posizionamento e nell'offerta di esperienze brandizzate.

Decentraland si configura, alla luce degli esempi riportati e dai risultati della mappatura, come uno degli ecosistemi più articolati fra i metaversi attuali (in particolare fra quelli decentralizzati): una piattaforma in cui si intrecciano sperimentazione creativa, economie distribuite e presenze brandizzate, dando forma a un ambiente immersivo in cui la monetizzazione, pur non totalizzante, rappresenta un asse rilevante di sviluppo. La varietà funzionale delle land, l'eterogeneità delle attivazioni e la logica partecipativa che ne guida la costruzione lo rendono quindi un contesto privilegiato per osservare l'evoluzione delle pratiche e dei modelli economici nel Web3.0.

Come si vedrà nelle sezioni successive, altri metaversi decentralizzati - pur condividendo una struttura tecnica affine - offrono interpretazioni profondamente differenti dello sviluppo dei propri ambienti immersivi, ciascuno con una declinazione specifica di scelte progettuali, forme espressive e logiche di valorizzazione dello spazio virtuale, che riflettono visioni autonome e distinte. L'interoperabilità fra questi sistemi non è ancora fattivamente realizzata e i metaversi decentralizzati rappresenta perciò degli unicum, degli universi digitali profondamenti diversi fra loro.

3.2.2 Mona - Spazio curatoriale e valore simbolico della land

La piattaforma MONA nasce con l'intento dichiarato di offrire uno spazio virtuale destinato principalmente alla creazione, fruizione e commercializzazione di arte digitale in forma immersiva. A differenza di altri metaversi generalisti, MONA si configura sin dalle sue

origini come un ecosistema verticale pensato per gli artisti digitali, con una forte enfasi sulla qualità estetica degli ambienti e sul valore esperienziale dell'opera d'arte in uno spazio tridimensionale.

Fondato nel 2021 da Justin Melillo e Matthew Smolin, MONA si presenta come una piattaforma decentralizzata costruita su blockchain Ethereum, che consente agli utenti - principalmente artisti, architetti, creativi digitali e collezionisti - di mintare, acquistare, vendere e abitare opere d'arte e ambienti virtuali.

Le *monaverse galleries*, ovvero le gallerie 3D personalizzabili create dagli utenti, rappresentano l'elemento cardine della piattaforma: ciascuna galleria è infatti una land unica nel suo genere, acquistabile sotto forma di NFT e progettata per ospitare contenuti immersivi, video, sculture virtuali e performance digitali. L'orientamento curatoriale alla costruzione degli spazi differenzia MONA da altre piattaforme, favorendo una dimensione autoriale, sperimentale e selettiva, in cui il design architettonico delle land ha un ruolo centrale e non meramente funzionale.

Nel corso degli anni, MONA ha attratto numerosi progetti d'avanguardia nell'ambito dell'arte NFT, collaborazioni con artisti noti nel panorama della crypto-art e sperimentazioni architettoniche che combinano estetica, interazione e storytelling. Nonostante la possibilità tecnica di introdurre elementi di brandizzazione o attività commerciali, il Metaverso risulta ad oggi quasi del tutto privo di brand positioning, mantenendo una vocazione sperimentale con una forte verticalità di sviluppo.

Dalla mappatura delle *574* land presenti si evidenzia un panorama dotato di una precisa direzionalità progettuale. Le tre aree maggiormente rappresentate - "Arte e Cultura Digitale", "Residenziale e Privato" e "Altro" - prevalgono in termini quantitativi e confermano i tratti distintivi di MONA.

Il primo asse, *Arte e Cultura Digitale* [NET 5: 25%], mostra un +13% rispetto al totale campione (Sign. 99%). La forte incidenza di questi luoghi conferma la vocazione curatoriale di MONA, che si propone come spazio privilegiato per l'esposizione di arte digitale, valorizzando l'aspetto estetico, autoriale e narrativo dell'esperienza immersiva (si veda Figura 64 per un maggiore dettaglio).

	TOTALE *[N=2000]*	MONA *[N=574]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	3%	=	NS
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	7%	+2%	NS
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	1%	-17%	Sign.99%*
[NET 4] GAMBLING	1%			
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%	25%	+13%	Sign.99%*
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	1%	-17%	Sign.99%*
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%	3%	=	NS
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	1%	=	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	22%	+1%	NS
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%	1%	-1%	Sign.99%*
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%	2%	+1%	NS
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%	3%	+1%	NS
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%	2%	+1%	NS
[NET 15] ALTRO	17%	30%	+14%	Sign.99%*

Tavola 63: Mappatura tipologia land TOTALE vs MONA

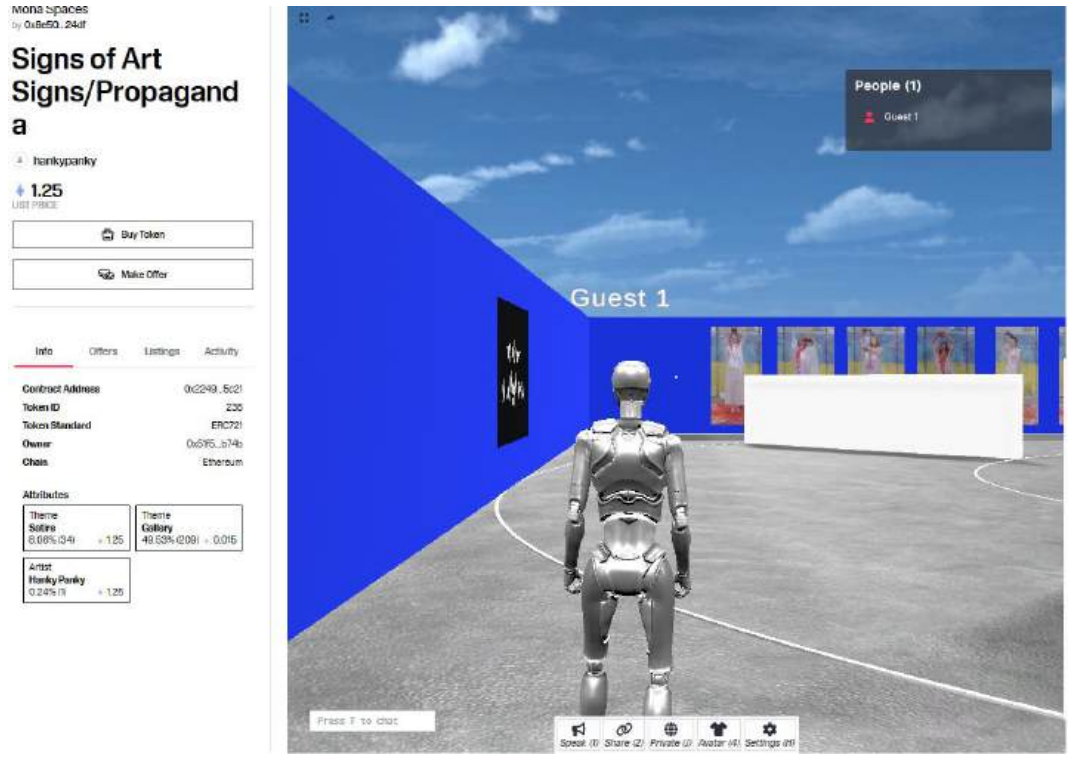


Figura 64: Spazio espositivo di opere su Mona, una land dedicata all'esposizione e fruizione di arte digitale

Il secondo asse, *Residenziale e Privato* [NET 10: 22%], mostra una presenza anch'essa rilevante, strutturata principalmente attorno ai codici "Building / Villa / Palazzo / Casa" e "Private land / space", e in linea con il totale campione. Questa componente rivela un

orientamento più intimo e personalizzato nella progettazione degli spazi, che si presta tanto all'auto-espressione quanto a forme di ospitalità virtuale.

La consistenza numerica di queste land suggerisce un'adozione dell'ambiente MONA anche in chiave privata e domestica, in una logica che alterna spazi espositivi a luoghi più intimi e privati (si veda Figura 65).

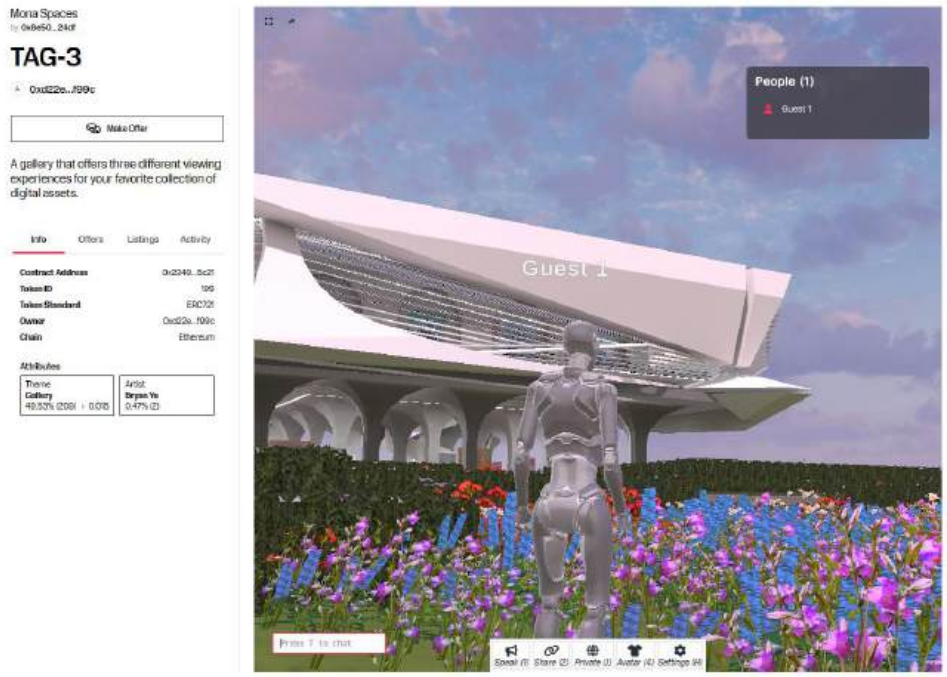


Figura 65: Casa / building su Mona - uno spazio ed intimo che rispecchia l'identità del creatore.

Il terzo asse, *Altro* [NET 15: 30%], è il più rappresentano in termini numerici, raccogliendo al suo interno spazi non riconducibili a una funzione univoca: dei luoghi generici che non hanno né funzione espositiva verso il pubblico né connotazioni intime di uno spazio privato. L'analisi delle possibilità di acquisto (Tavola 66) fornisce un ulteriore deep dive sulle caratteristiche di questo universo digitale.

	TOTALE *[N=2000]*	**MONA** *[N=574]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	100%	+41%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	15%	-9%	Sign.99%*
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%			
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%	100%	+67%	Sign.99%*
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%			

Tavola 66: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs MONA

MONA si configura come un Metaverso fortemente orientato alla compravendita degli spazi virtuali: il 100% delle land analizzate (N=574) risulta infatti potenzialmente in vendita o in affitto, confermando una struttura economica incentrata sulla

commercializzazione degli ambienti. Tuttavia, ciò che distingue MONA da altri metaversi è la natura stessa delle land, che superano la tradizionale funzione di mero contenitore per contenuti o esperienze digitali, diventando esse stesse oggetti di espressione artistica e curatoriale. La presenza significativa, seppur più contenuta, di ambienti che consentono l'acquisto diretto di NFT (15%), in prevalenza opere d'arte digitali, rafforza ulteriormente questo posizionamento curatoriale e artistico della piattaforma.

Questa configurazione che lascia spazio ai singoli nella vendita dei propri spazi artistici si riflette infine nella scarsa presenza di brand o aziende, rilevata solo nell'1% delle land analizzate (Tavola 67). MONA non è perciò utilizzato, al momento della mappatura, come ambiente funzionale a strategie di comunicazione o ad attivazioni esperienziali da parte delle aziende (come invece riscontrato in Decentraland), ma come spazio sperimentale per singoli creator.

La vocazione profondamente estetizzante e curatoriale, unita a una modalità di fruizione prevalentemente contemplativa, rende MONA meno compatibile con le logiche commerciali tradizionali di engagement diretto o brand immersion, privilegiando invece una dimensione più sperimentale ed espositiva. In questo senso, MONA rappresenta un Metaverso in cui arte, identità individuale e mercato coesistono organicamente, configurandosi come spazio ideale per pratiche creative innovative e per un mercato basato sul valore estetico e simbolico delle land stesse.

	TOTALE *[N=2000]*	**MONA** *[N=574]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**1%**	-16%	Sign.99%*
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%			
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%			
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%	0%	-4%	Sign.99%*
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	0%	-4%	Sign.99%*
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%			
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%			
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%			
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%			

Tavola 67: Brand positioning TOTALE vs MONA

MONA rappresenta dunque un modello alternativo di Metaverso rispetto a Decentraland: non uno spazio di engagement diffuso e sperimentazione funzionale, bensì un ecosistema curato, estetico e concettualmente orientato alla rappresentazione. A fronte della logica espansiva e partecipativa di Decentraland, MONA propone uno sviluppo selettivo e

verticalizzato, in cui ogni ambiente è pensato come opera e non come contenitore esperienziale, delineando un'idea di Metaverso più vicina al museo o all'atelier.
Questa impostazione risulta in netto contrasto con la filosofia di sviluppo di The Sandbox, caratterizzata invece da una forte vocazione commerciale e da una logica strategica che fa della visibilità dei brand e della monetizzazione degli spazi "commerciali e promozionali" il proprio asse portante, come si vedrà nella prossima sezione.

3.2.3 The Sandbox - Presidio commerciale e visibilità strategica

Lanciata in versione alfa nel 2021 da Animoca Brands, The Sandbox si configura oggi come una delle piattaforme più rappresentative dell'ecosistema metaversico contemporaneo. Alle sue origini non era stato tuttavia concepito come un Metaverso in senso stretto, né era dotato dell'infrastruttura tecnologica tipica dei mondi virtuali decentralizzati attuali. Nato infatti nel 2012 come videogioco mobile in 2D, The Sandbox si ispirava al modello "sandbox" reso celebre da Minecraft, offrendo agli utenti la possibilità di costruire liberamente mondi digitali, animare gli elementi dello scenario e condividere le proprie creazioni con altri giocatori in un ambiente pixeled. Anche in questa prima versione, il gioco si distingueva per l'assenza di obiettivi predefiniti e per l'ampia libertà espressiva concessa agli utenti.
A partire dal 2018, il progetto ha avviato tuttavia una profonda trasformazione: sotto la guida di Animoca Brands (che rilevò il progetto sviluppato da Pixowl), The Sandbox è stato ripensato come Metaverso decentralizzato, strutturato su tecnologia blockchain, e sostenuto da un'economia fondata su NFT e sul token nativo $SAND. In questa nuova configurazione, la piattaforma supera i confini del gioco tradizionale, offrendo agli utenti la possibilità di acquistare, possedere e monetizzare asset digitali e spazi virtuali (le cosiddette land), incentivando la partecipazione attiva della community nei processi di sviluppo e governance. L'obiettivo dichiarato era quello di costruire un ambiente immersivo e interoperabile, in cui la creatività individuale potesse trasformarsi in valore economico e in appartenenza culturale all'ecosistema Web3.0.
A livello architettonico, The Sandbox si articola su una mappa globale composta da land: delle vere e proprie unità spaziali acquistabili e personalizzabili su un insieme di territori finiti fra quelli disponibili (si veda Figura 68). Queste variano per grandezza e posizione, con conseguente impatto sul valore di mercato della land stessa (secondo dinamiche centro-periferia discusse nel capitolo 1 (Andringa, 2022; Güven & Ercan, 2022)).

Gli spazi ospitano esperienze di gioco, ambientazioni interattive, gallerie virtuali o flagship digitali di brand internazionali. La mappatura è stata condotta attraverso l'esplorazione diretta della mappa visiva ufficiale della piattaforma, analizzando un totale di *444* land, ciascuna classificata secondo i tre asset definiti.

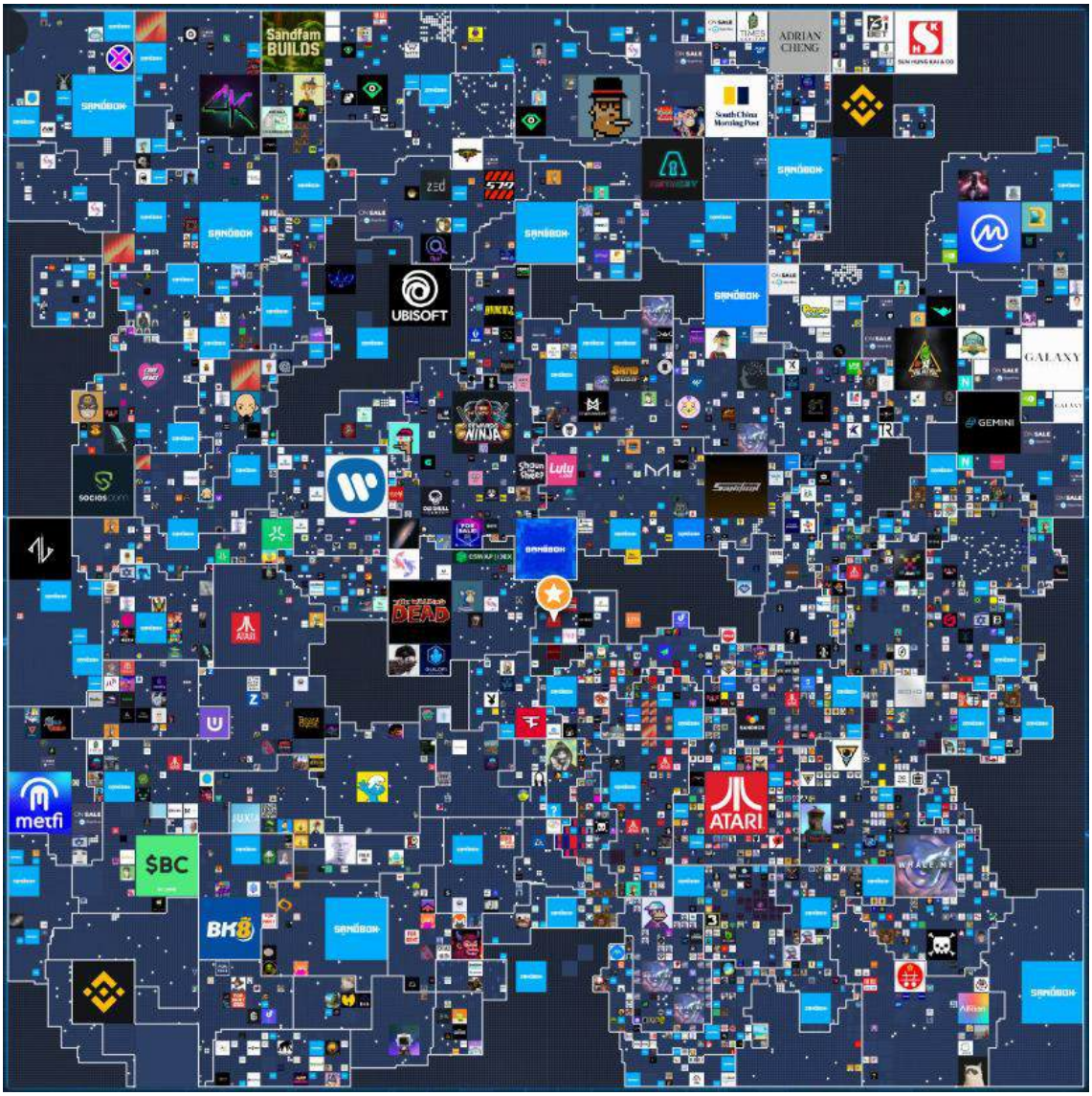


Figura 68: La mappa di The Sandbox (LINK)

La mappatura restituisce un quadro fortemente polarizzato, che riflette l'identità attuale della piattaforma (Tavola 69). Oltre la metà degli spazi analizzati (53%) è stata ricondotta alla categoria *Area promozionale* [*NET 6*], con un'incidenza significativamente superiore rispetto al totale (+36%, Sign. 99%). Questo dato segnala la tendenza da parte di numerosi brand a presidiare simbolicamente l'universo digitale emergente, attraverso spazi concepiti come vetrine virtuali, anche in assenza di contenuti attivi o fruibili. In questo senso, la land assume il valore di un gesto di posizionamento: il solo fatto di "esserci", di occupare uno spazio visibile nella mappa del Metaverso, si configura come una dichiarazione d'intenti,

un modo per rivendicare appartenenza e rilevanza all'interno di un nuovo scenario comunicativo e tecnologico.

La seconda tipologia è invece costituita da *Spazi residenziali e privati* [*NET 10*], che raccoglie il 47% delle land analizzate, con una differenza significativa rispetto al totale campione (+25%, Sign. 99%). In questo caso, si tratta perlopiù di lotti privi di personalizzazioni o riferimenti identificabili, spesso non ancora sviluppati o attivati. Tali spazi sembrano rispondere più a logiche speculative che a un progetto d'uso concreto: acquistati come asset digitali, appaiono destinati ad acquisire valore nel tempo, con l'aspettativa di una futura rivendita da parte dei proprietari. In *The Sandbox*, la land si configura così non soltanto come luogo da abitare o attivare, ma come investimento, la cui valorizzazione dipende in larga parte dalla sola presenza e posizione sulla mappa, secondo logiche di valore centro-periferia (sezione 1.3.1(Ruggeri et al., 2024)).

	TOTALE *[N=2000]*	**SANDBOX** *[N=444]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%			
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%			
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%			
[NET 4] GAMBLING	1%			
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%			
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	53%	+36%	Sign.99%*
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%			
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%			
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	47%	+25%	Sign.99%*
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%			
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%			
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%			
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%			
[NET 15] ALTRO	17%			

Tavola 69: Mappatura tipologia land TOTALE vs The Sandbox

La dimensione commerciale di The Sandbox si conferma anche nella mappatura delle possibilità di acquisto, per cui si registra un'incidenza pari al 50% di land in cui sia presente una possibilità di scambio commerciale (Tavola 70). Sebbene il dato risulti lievemente inferiore al totale campione (-9%), la percentuale risulta in senso assoluto fra le più elevate. Il benchmark aggregato è infatti influenzato, come visto in precedenza, dalla presenza di mondi virtuali (Mona e Roblox in particolare), in cui le possibilità di acquisto sono

strutturalmente diffuse e pervasive, influenzando la percentuale registrata sul totale metaversi (59%). In tal senso, The Sandbox si posiziona su livelli alti di attivazione economica, con un'incidenza persino superiore a quella registrata su Decentraland (46%).

	TOTALE *[N=2000]*	SANDBOX *[N=444]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	50%	-9%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	17%	-7%	Sign.99%*
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%	2%	+1%	NS
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%	16%	-16%	Sign.99%*
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%	16%	+10%	Sign.99%*

Tavola 70: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs The Sandbox

L'analisi di The Sandbox evidenzia una netta prevalenza di acquisti riconducibili al NET 2A e 2C, ovvero all'universo degli NFT, dei token funzionali e delle operazioni basate su tecnologia blockchain. In particolare, si registra una forte presenza di oggetti digitali collezionabili - avatar, wearable, opere d'arte e altri asset NFT - destinati alla personalizzazione dell'esperienza [NET 2A: 17%]. Questi elementi non svolgono soltanto una funzione pratica, ma assumono un significato simbolico, contribuendo alla costruzione dell'identità del possessore e alla riconoscibilità della land o dell'avatar.

Un caso emblematico è rappresentato dalla collaborazione fra la piattaforma e il rapper Snoop Dogg, da cui nasce il cosiddetto Snoopverse, una delle aree tematiche più iconiche di The Sandbox. Oltre all'esplorazione di ambienti digitali dedicati all'artista, è stata lanciata dal cantante una collezione esclusiva di 10.000 avatar NFT, ciascuno con caratteristiche estetiche uniche (Figura 71). Si tratta di una vera e propria operazione commerciale in cui gli oggetti digitali fungono da marcatori identitari, uno status symbol di appartenenza a un gruppo "ristretto" di utenti che possiedono un bene unico, rafforzando il legame tra utente, brand/personaggio e spazio virtuale.



Figura 71: Snoopverse (land su The Sandbox a Sx, e avatar acquistabili a Dx)

Il valore registrato per il *NET 2C*, relativo alle transazioni su blockchain e criptovalute si assesta invece al 16% con una deflessione rispetto al totale campione. Una delle dinamiche più ricorrenti è la compravendita di *land* tramite marketplace esterni (OpenSea fra tutti), come illustrato in Figura 72.

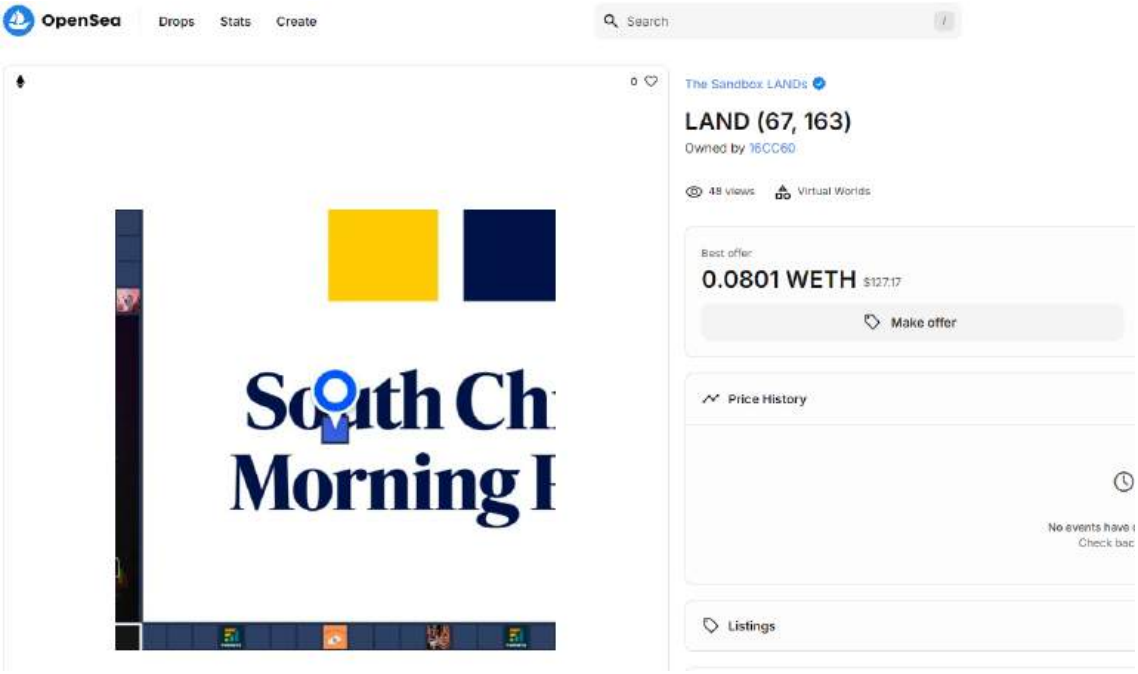


Figura 72: Acquisto di land Sandbox su OpenSea

In questo contesto, la *land* non rappresenta soltanto uno spazio virtuale destinato alla costruzione o all'interazione, ma si configura come un vero e proprio asset economico, soggetto a scambio, apprezzamento e investimento. La frequente presenza dell'etichetta "*for sale*", accompagnata da quotazioni espresse in criptovalute (principalmente WETH), testimonia l'esistenza di un'economia attiva e marcatamente speculativa, fondata su una logica di valorizzazione immobiliare digitale. Tale dinamica rinvia direttamente alla logica centro-periferia, secondo cui la posizione di una *land* all'interno della mappa, la prossimità a nodi strategici o a brand riconoscibili, così come la densità di contenuti limitrofi, incidono in modo determinante sulla definizione del suo valore di mercato. L'ultimo asset di monetizzazione e di acquisto è infine collegato all'acquisto di beni fisici o servizi esterni alla piattaforma promosso in una land [NET 3: 16%, +10% rispetto al totale, Sign 99%]. Non si tratta di transazioni di asset digitali utilizzabili nell'ambiente virtuale (come NFT, wearable, land o token), bensì di punti di accesso e rimando a offerte commerciali collocate al di fuori dell'ecosistema immersivo. Queste land operano come vetrine pubblicitarie, attivando dinamiche promozionali esterne attraverso link diretti a marketplace o portali

terzi: non contengono necessariamente contenuti interni, ma acquisiscono valore come punti visibili e strategici all'interno della mappa.

Alcuni esempi emblematici chiariscono la portata di questo approccio. Binance, ad esempio, utilizza la propria land come punto di accesso simbolico ai propri servizi finanziari, reindirizzando l'utente verso la piattaforma di trading. Winklevoss Capital mantiene una land a rappresentazione della propria identità aziendale nel campo degli investimenti. Adidas, noto brand del settore sportswear e streetwear, sfrutta la propria presenza per promuovere collezioni speciali e iniziative che connettono esperienze virtuali e acquisti reali, anche attraverso *NFT reedemable*, ossia che possono essere riscattati per ottenere prodotti fisici esclusivi. Infine, Socios.com si presenta su The Sandbox con una land dedicata che richiama il proprio modello di business fondato sui fan token, strumenti digitali che consentono agli utenti di partecipare attivamente alla vita di club sportivi reali (ad esempio votando su decisioni simboliche o accedendo a contenuti esclusivi). La presenza di brand nel Metaverso estende questa logica di coinvolgimento, trasformando la land in uno spazio identitario in cui il marchio rafforza il legame tra tifosi e squadre anche in ambiente immersivo, pur rimandando - in termini transazionali - a dinamiche esterne alla piattaforma stessa.

Questa modalità di utilizzo delle land conferma la natura duplice di The Sandbox: non solo piattaforma immersiva, ma anche *infrastruttura commerciale*, in cui la visibilità cartografica e il rimando a contenuti esterni diventano asset strategici per il posizionamento e la valorizzazione dei brand. Questa strutturazione degli spazi come "vetrina commerciale" è confermata dall'elevata presenza di brand, che interessano ben il 45% delle land mappate (Tavola 73): una percentuale significativamente maggiore rispetto al totale campione (+29%, Sign. 99%), sottolineando il carattere commerciale e partnership-oriented della piattaforma.

	TOTALE *[N=2000]*	**SANDBOX** *[N=444]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**45%**	+29%	Sign.99%*
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%	2%	+1%	NS
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%	16%	+11%	Sign.99%*
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%	14%	+10%	Sign.99%*
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	9%	+5%	Sign.99%*
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%	0%		
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%	1%	=	NS
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%	1%	=	NS
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%	4%	+3%	Sign.99%*

Tavola 73: Brand positioning TOTALE vs The Sandbox

L’analisi di brand positioning evidenzia infine una forte concentrazione in tre ambiti, che riflettono le aree più attive e strategiche della piattaforma. Il NET 2B (*Brand Tech & Gaming*, 16%: +11% rispetto al totale) raccoglie i marchi nativi del digitale e dell’intrattenimento immersivo, come Atari, Ubisoft e la stessa piattaforma The Sandbox, sottolineando la vocazione tecnologica e ludica dell’ecosistema.

Il NET 2C (*Brand Finanziari & Crypto*, 14%, +10% rispetto al totale) comprende invece soggetti attivi nell’economia decentralizzata, come Binance, OpenSea, LooksRare e KOI Capital, che sfruttano la presenza nel Metaverso per promuovere strumenti di investimento e scambio legati agli asset digitali. Il NET 2D infine (*Brand Media & Intrattenimento*, 9%, +5% vs totale) conferma l’attrattività simbolica dello spazio virtuale per artisti, etichette musicali e franchise culturali - tra cui Steve Aoki, Deadmau5, Warner Music Group, The Walking Dead e The Smurfs - che utilizzano le land per amplificare la relazione con il pubblico. Più residuale, ma ad alto valore iconico, è infine il NET 2A (*Brand Moda & Lusso*, 2%), fra cui il caso di Gucci Cosmos Land: esempio di presenza curatoriale e istituzionale che rafforza il posizionamento simbolico del brand nel contesto immersivo.

L’ambiente digitale *Gucci Cosmos* riprende la mostra fisica allestita nel 2023 a Londra, proponendo una trasposizione museale immersiva che attraversa le principali ere creative del marchio. La *land* non è orientata alla vendita diretta, ma svolge una funzione espositiva e simbolica, rafforzando il posizionamento identitario del brand e ampliandone la visibilità oltre i confini del Metaverso. In questo senso, si distingue nettamente dal progetto *Gucci Vault* (discusso nel Capitolo 1), che invece si configura come spazio curatoriale e commerciale, dedicato a capsule digitali, NFT e collaborazioni artistiche, con una finalità marcatamente transazionale e collezionistica.



Figura 74: Gucci Cosmos su The Sandbox

L'analisi dei casi osservati suggerisce la presenza di tre modelli principali di *brand positioning* su *The Sandbox*, distinti per finalità e struttura:

- Il primo è rappresentato da ambienti dedicati al consolidamento della brand awareness e al racconto istituzionale del marchio, come nel caso *Gucci Cosmos*, in cui lo spazio virtuale assume la forma di un'estensione curatoriale e narrativa.
- Il secondo modello si fonda su logiche collezionistiche e commerciali interne, come nel progetto *Gucci Vault* o dello *Snoopverse*, e riguarda spazi pensati per la vendita diretta di asset digitali - avatar, wearable, NFT - utilizzabili all'interno della piattaforma.
- Il terzo modello, infine, è costituito da spazi che fungono da vetrine pubblicitarie e snodi esterni, finalizzati a indirizzare l'utente verso servizi o acquisti che avvengono al di fuori del Metaverso. È il caso, ad esempio, di *Binance*, che rimanda ai propri servizi di brokeraggio finanziario, o di *Socios.com*, che estende nel mondo immersivo la propria logica di membership legata ai fan token.

Questa articolazione conferma come il valore commerciale e simbolico delle *land* non risieda necessariamente nei contenuti interni, ma nella capacità dello spazio virtuale di integrare visibilità, racconto e conversione in una prospettiva omnicanale.

In conclusione, se *Decentraland* si configura come uno spazio sperimentale, aperto all'eterogeneità degli attori, e *Mona* come ecosistema curatoriale focalizzato sull'espressione artistica, *The Sandbox* assume i tratti di una piattaforma strutturata e strategica, in cui la costruzione del valore passa attraverso forme distinte di presenza e monetizzazione. Questa differenza non implica una gerarchia tra modelli, ma riflette la pluralità di approcci con cui ciascun Metaverso interpreta le potenzialità della decentralizzazione e definisce forme specifiche di interazione nel Web3.0.

3.2.4 The Nemesis - Esperienze co-progettate e narrazione immersiva

Lanciata nel 2020 da Alessandro De Grandi, imprenditore italiano e fondatore della società UNITH, The Nemesis si propone come piattaforma metaversica ibrida, progettata per coniugare intrattenimento, branding e gamification in esperienze accessibili da browser e app mobile. A differenza di altri ambienti decentralizzati, The Nemesis adotta una struttura gestionale centralizzata, pur integrando in modo selettivo alcune componenti del Web 3.0, come gli NFT e l'interazione con wallet digitali, con l'obiettivo di offrire esperienze fluide, controllate e personalizzabili, soprattutto per partner e brand.

La piattaforma si distingue per un'impostazione curatoriale e verticale degli spazi: ciascun ambiente è progettato come esperienza autonoma, spesso sviluppata in collaborazione con aziende, artisti o istituzioni.

Nonostante sia tecnicamente possibile acquistare land, il focus operativo è prevalentemente orientato alla creazione di mondi tematici temporanei o permanenti, realizzati per attivazioni specifiche. Proprio per questa ragione, la mappatura si è concentrata esclusivamente sulle 18 land attualmente attive e che offrono uno spazio esperienziale visibile e navigabile. Si tratta dunque di un ambiente più ristretto rispetto ai precedenti metaversi analizzati, ma significativo per comprendere un diverso modello di presenza e progettazione degli spazi: più controllato, meno distribuito, ma orientato a una fruizione narrativa e di comunicazione di marca.



Figura 75: Ambienti brandizzati su The Nemesis

La mappatura (tavola 76) evidenzia una prevalenza di spazi riconducibili al *Gaming & Gamification* (NET 3: 33%) e al *Divertimento e Intrattenimento* (NET 2: 22%), confermando la vocazione immersiva, ludica ed esperienziale della piattaforma. A questi si affiancano *Spazi Pubblici e Sociali* (NET 1: 17%), che suggeriscono una progettualità orientata anche alla socializzazione, sebbene sempre declinata in chiave esperienziale.

La presenza di ambienti brandizzati - come nel caso di *Rai Cinema* o dell'ipermercato *Bennet* (Figura 75) - non si configura come una semplice esposizione promozionale, ma dà vita a veri e propri mondi narrativi interattivi, in cui l'identità del brand è integrata nell'esperienza ludica e tematica proposta.

In *The Nemesis*, infatti, il marchio non si limita a occupare uno spazio visibile, ma diventa parte del contenuto, contribuendo attivamente alla costruzione dell'universo virtuale. Proprio per questo motivo, la componente promozionale in senso stretto risulta numericamente contenuta (NET 6: 6%): la brandizzazione non assume la forma di una "vetrina" statica - come avviene più frequentemente in *The Sandbox* - bensì quella di una esperienza immersiva coerente con la grammatica di questo Metaverso.

	TOTALE *[N=2000]*	THE NEMESIS *[N=18**]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	17%	+14%	NS
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	22%	+17%	NS
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	33%	+16%	NS
[NET 4] GAMBLING	1%			
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%	6%	-6%	NS
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	6%	-12%	SMALL SMAPLE Sign.95%
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%			
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	6%	+4%	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	11%	-11%	NS
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%			
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%			
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%			
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%			
[NET 15] ALTRO	17%			

Tavola 76: Mappatura tipologia land TOTALE vs The Nemesis

Le possibilità di acquisto su *The Nemesis* risultano complessivamente più limitate (22%) rispetto al totale campione (Tavola 77), integrandosi senza invadere la struttura esperienziale. Le principali modalità osservate riguardano l'acquisto di NFT funzionali e token (NET 2B: 11%) e le transazioni su blockchain e criptovalute (NET 2C: 11%), entrambe concepite più come estensioni tecnologiche che come componenti centrali dell'esperienza. È inoltre necessario sottolineare come, indipendentemente dalla presenza di land transazionali, è sempre possibile acquistare *wearable* e oggetti estetici per la personalizzazione dell'avatar, a conferma di un modello in cui le funzioni economiche, pur meno pervasive rispetto ad altri metaversi, si inseriscono in modo coerente in un sistema ludico-narrativo centrato sull'utente.

	TOTALE *[N=2000]*	THE NEMESIS *[N=18**]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	22%	-37%	SMALL SAMPLE Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%			
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%	11%	+10%	NS
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%	11%	-22%	SMALL SAMPLE Sign.99%*
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%			

Tavola 77: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs The Nemesis

La Tavola 78 conferma infine la rilevanza della presenza brandizzata in The Nemesis: il 33% delle land analizzate presenta infatti almeno una forma di presidio di marchi, rispetto al 16% registrato a totale campione. Il brand positioning non si configura in questo Metaverso come semplice occupazione simbolica dello spazio, ma come attivazione progettuale.

Le collaborazioni con realtà come Rai Cinema, Bennet o Skoda mostrano come il coinvolgimento dei brand avvenga attraverso contenuti immersivi, spesso sviluppati ad hoc, in cui la comunicazione di marca si intreccia con dinamiche ludiche e narrative. Il risultato è un modello di presenza non invasivo ma integrato, in cui l'identità aziendale si esprime attraverso l'interazione e il gioco, piuttosto che attraverso forme promozionali dirette.

	TOTALE *[N=2000]*	**THE NEMESIS** *[N=18**]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**33%**	+17%	NS
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%			
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%			
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%			
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	11%	+7%	NS
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%	6%	+5%	NS
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%	6%	+5%	NS
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%	6%	+5%	NS
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%	6%	+4%	NS

Tavola 78: Brand positioning TOTALE vs The Nemesis

In sintesi, l'analisi condotta sui metaversi decentralizzati mostra come la condivisione di un presupposto tecnico comune - la decentralizzazione - non abbia prodotto un modello univoco, ma al contrario abbia dato origine a una costellazione di universi digitali distinti, ciascuno caratterizzato da una propria filosofia progettuale, modalità d'uso e struttura economica. In assenza di una reale interoperabilità, questi ambienti si configurano oggi come micromondi autosufficienti, in cui la land assume significati e funzioni radicalmente diversi: da oggetto speculativo a spazio curatoriale, da ambiente ludico-narrativo a vetrina commerciale.

In questo scenario, lo spazio digitale non è mai neutro né omogeneo: è un dispositivo strategico in cui si inscrivono identità, forme di presenza e modalità di relazione profondamente differenti. Se Decentraland si propone come spazio aperto e partecipativo, Mona come ecosistema curatoriale ed espressivo, The Sandbox come piattaforma

strutturata a vocazione commerciale e The Nemesis come ambiente co-progettato e immersivo, ciò che accomuna questi mondi non è la decentralizzazione in sé, ma il tentativo di trasformare lo spazio virtuale in vettore di valore simbolico, relazionale o economico.
I metaversi decentralizzati non sono dunque versioni alternative di un medesimo ambiente digitale, ma infrastrutture chiuse, differenziate, attualmente non interoperabili, che esprimono visioni autonome e modelli di engagement divergenti. In questa frammentazione strutturale e strategica, si delinea un Web 3.0 tutt'altro che coeso, ma estremamente articolato, in cui i brand sperimentano forme inedite di presenza, narrazione e monetizzazione, ognuna vincolata alla grammatica specifica della piattaforma di riferimento. A partire da questa riflessione, la sezione successiva esplorerà invece l'universo dei metaversi centralizzati, per comprendere come, pur fondandosi su una logica accentrata di governance, le diverse piattaforme diano forma a modelli progettuali peculiari e distintivi, come emergerà dall'analisi delle rispettive mappature.

3.3 I Metaversi Centralizzati

I metaversi centralizzati comprendono quelle piattaforme che, nella loro offerta di spazi virtuali tridimensionali e interattivi, si basano su una governance aziendale accentrata e su infrastrutture proprietarie, non supportate da tecnologie blockchain. In questi ambienti, gli utenti possono accedere liberamente a contenuti generati sia dalla piattaforma sia dalla community, ma restano vincolati ai termini di servizio e alle policy definite unilateralmente dai gestori della piattaforma.
A differenza dei metaversi decentralizzati, l'ownership dei contenuti e degli asset digitali risulta quindi limitata: gli oggetti, gli avatar o gli spazi creati dagli utenti non assumono, se non in casi specifici, il valore di asset digitali veri e propri (come gli NFT), rimanendo all'interno di un ecosistema chiuso. Nella presente sezione si analizzeranno quattro esempi rappresentativi - *Roblox*, *Spatial*, *VR Chat* e *Zepeto* - evidenziandone le specificità in termini di tipologia di luoghi presenti, possibilità di acquisto e brand positioning, al fine di restituire una mappatura comparativa coerente con quanto svolto nella sezione precedente.

3.3.1 Roblox- Un ecosistema verticale a orientamento ludico

Lanciata nel 2006 da Roblox Corporation, la piattaforma ha conosciuto una crescita esponenziale a partire dal 2020, durante il periodo pandemico, affermandosi come uno dei principali ambienti immersivi digitali, con una forte dimensione di intrattenimento. A differenza degli universi digitali decentralizzati precedentemente analizzati, Roblox si

configura come un ecosistema interamente centralizzato: dalla governance allo sviluppo tecnologico, fino alla gestione dell'economia interna, l'intera infrastruttura è gestita in modo top-down dall'azienda proprietaria, che controlla le logiche di accesso, visibilità e monetizzazione, senza tecnologie blockchain né modelli di governance distribuita.

La peculiarità di Roblox risiede tuttavia nella sua "doppia natura". Pur essendo un ambiente chiuso e controllato dall'alto, la piattaforma si configura come uno spazio di sviluppo regolato, che consente una sperimentazione guidata. Attraverso strumenti come Roblox Studio, anche utenti con competenze di base possono progettare mondi, ambienti e giochi interattivi, contribuendo attivamente alla produzione di contenuti, seppur entro i vincoli e le logiche definite dall'azienda proprietaria. Questa possibilità trasforma Roblox in un vero e proprio laboratorio di game design, in cui il confine tra fruitore e creatore tende a sfumare. Roblox si configura così come un ambiente immersivo, multi-utente e interattivo, che consente l'esplorazione, la costruzione, l'interazione sociale e l'accesso a un'economia interna. In questa prospettiva, il valore "metaversico" della piattaforma non risiede tanto nell'infrastruttura tecnica, quanto nella qualità dell'esperienza abilitata: un'esperienza collettiva, creativa e personalizzabile, che integra dinamiche ludiche, sociali e produttive all'interno di un'architettura chiusa, ma aperta a forme di personalizzazione e intervento creativo da parte degli utenti.

Ai fini della presente ricerca la mappatura è stata condotta tramite un'esplorazione manuale della sezione "home" del sito ufficiale, per un totale di *189* ambienti immersivi, approfondendo i differenti spazi attraverso l'accesso diretto a ciascuna esperienza. Questo approccio ha consentito di osservare non soltanto le caratteristiche dichiarative delle land (nome, descrizione, categoria), ma anche le effettive modalità d'interazione disponibili al suo interno. La scelta di utilizzare la home come punto d'ingresso alla mappatura risponde a due logiche complementari:

- da un lato, essa riflette il percorso esperienziale di un utente ordinario, esposto a dinamiche algoritmiche di raccomandazione che definiscono il palinsesto d'uso prevalente;
- dall'altro, consente di accedere a un corpus dinamico ma sufficientemente rappresentativo delle tendenze e delle pratiche più diffuse nella piattaforma.

La mappatura restituisce in tal senso uno snapshot analitico della struttura spaziale e commerciale di Roblox, utile per comprenderne il posizionamento specifico rispetto al totale dei metaversi analizzati. L'analisi delle tipologie di land (Tavola 79) restituisce un

profilo fortemente polarizzato, in cui la quasi totalità delle esperienze proposte si colloca all'interno del NET 3 (*Gaming & Gamification*). Tale codice è stato attribuito al 99% degli ambienti osservati, evidenziando in modo inequivocabile la vocazione strutturale della piattaforma: uno spazio orientato al gioco, all'interazione competitiva o collaborativa, e alla sperimentazione ludica.

	TOTALE *[N=2000]*	**ROBLOX** *[N=189]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	1%	-2%	Sign.95%
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	4%	-1%	NS
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	99%	+82%	Sign.99%*
[NET 4] GAMBLING	1%			
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%			
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%			
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%	4%	+1%	NS
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	1%	=	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	6%	-16%	Sign.99%*
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%	1%	-1%	Sign.95%
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%			
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%	1%	-2%	Sign.99%*
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%	1%	=	NS
[NET 15] ALTRO	17%	1%	-16%	Sign.99%*

Tavola 79: Mappatura tipologia land TOTALE vs Roblox

Emergono tuttavia alcuni trend minoritari, fra cui *Attività commerciali* (NET 7: 4%), ossia ambienti in cui è possibile compiere azioni transazionali o esplorare contesti di shopping come supermercati o mall, e spazi *Residenziali e Privati (NET 10:* 6%) dedicati alla simulazione della quotidianità o allo sviluppo di ambienti domestici.

La totalità degli ambienti analizzati su Roblox (100%) presenta almeno una forma di acquisto, con un +41% rispetto a quanto registrato sul totale campione.

	TOTALE *[N=2000]*	**ROBLOX** *[N=189]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	100%	+41%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	100%	+76%	Sign.99%*
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%			
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%			
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%			

Tavola 80: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs Roblox

Questa pervasività riflette un impianto economico strutturato: Roblox è un ecosistema fondato su un sistema di microtransazioni che attraversa trasversalmente l'intera esperienza utente. L'acquisto di oggetti digitali rappresenta una componente stabile e pienamente integrata nell'interazione con la piattaforma, articolandosi in due categorie principali.

La prima, prevalente, riguarda gli elementi estetici destinati alla personalizzazione dell'avatar - abiti, accessori, acconciature, volti, effetti speciali (si veda Figura 81) - disponibili all'interno dell'Avatar Shop, o creati dagli stessi utenti tramite il programma UGC (User Generated Content). Questi oggetti non modificano le dinamiche di gioco, ma rivestono una funzione cruciale nella costruzione dell'identità virtuale (Yee & Bailenson, 2007) e nella distinzione sociale all'interno della community.

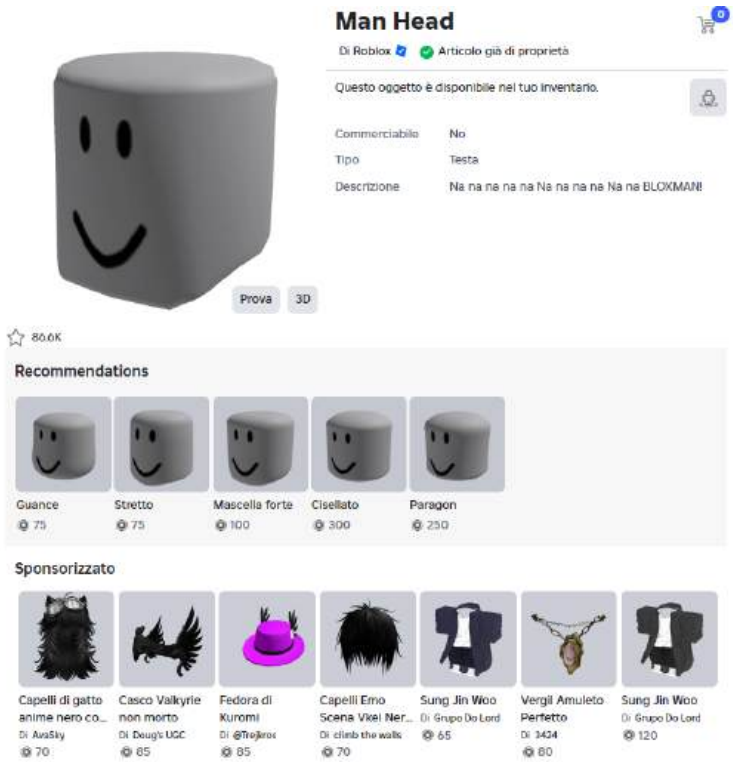


Figura 81: Modifica avatar e personalizzazione tramite skin ed accessori su Roblox.

La seconda categoria, più contenuta e legata a singole esperienze, include componenti funzionali che influenzano direttamente il gameplay, come abilità speciali, strumenti, potenziamenti o vantaggi specifici. Tali elementi sono spesso venduti tramite *game pass o developer products*, ovvero strumenti messi a disposizione dei creatori per monetizzare i propri giochi. Sebbene non si tratti di asset registrati su blockchain - e dunque privi delle caratteristiche tecniche proprie degli NFT - questi oggetti svolgono una funzione analoga: sono beni digitali acquistabili, collezionabili e persistenti, che rafforzano il valore simbolico della presenza virtuale e incentivano dinamiche di appartenenza e distinzione.

Il sistema è alimentato da una valuta virtuale proprietaria, i *Robux* (1 Robux ≈ 0,015 €, a seconda del bundle), acquistabile con denaro reale. La necessità di convertire valuta reale in pacchetti di moneta digitale - disponibili solo in tagli predefiniti e spesso scontati nei formati più ampi - contribuisce a frammentare la percezione della spesa e, al tempo stesso, a spingere l'utente ad acquistare più credito del necessario.

Ad esempio, di fronte a un oggetto che costa 100 Robux, l'utente può trovarsi ad acquistare un bundle da 200, attratto dal rapporto più vantaggioso offerto dal pacchetto più grande. Il credito residuo genera così un surplus di moneta virtuale che incentiva ulteriori acquisti, innescando un circolo di spesa ricorrente, rafforzato dalla distanza simbolica tra denaro reale e valuta interna. In questo quadro, la monetizzazione non si configura come elemento accessorio, ma come componente strutturale e pervasiva della logica di gioco e gamification che sostiene l'intero modello di business. La chiusura di questo sistema si conferma tramite l'analisi di brand positioning (Tavola 82).

	TOTALE *[N=2000]*	**ROBLOX** *[N=189]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**5%**	-11%	Sign.99%*
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%			
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%	2%	-2%	Sign.95%
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%			
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	2%	-2%	NS
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%	1%	=	NS
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%			
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%	1%	=	NS
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%			

Tavola 82: Brand positioning TOTALE vs Roblox

Solo il 5% delle esperienze osservate su Roblox presenta riferimenti a marchi o proprietà intellettuali riconoscibili, a fronte di una media complessiva pari al 16%. Il delta di -11 pp (Sign. al 99%) colloca Roblox tra i metaversi con la minore brandizzazione, superiore solo a MONA (1%). I marchi rilevati nella mappatura comprendono alcune IP del mondo dell'intrattenimento - Marvel, Sonic, Squid Game, Among Us, I Simpson - oltre a riferimenti come Hyundai, Toca Boca e WRC (rally). Un caso particolare è rappresentato da Adopt Me!, esperienza nativa della piattaforma che ha acquisito nel tempo un'autonomia simbolica tale da configurarsi come un vero e proprio brand.

Nei casi osservati, la presenza dei marchi appare prevalentemente occasionale e legata a contenuti di tendenza, piuttosto che frutto di un investimento strutturale e continuativo da parte delle aziende.

Questo dato può essere letto alla luce di due fattori complementari: da un lato, la natura chiusa e proprietaria di Roblox non consente l'acquisto diretto di spazi pubblicitari standardizzati; dall'altro, la necessità per i brand di progettare attivamente esperienze interattive coerenti con la logica della piattaforma, spesso in collaborazione con sviluppatori interni o creator ufficiali (si veda Figura 83: esperienza brandizzata IKEA). Non si tratta, quindi, di inserzioni passive o contenuti adattati, ma di vere e proprie attivazioni customizzate, il cui sviluppo richiede tempo, risorse e una strategia mirata.



Figura 83: Esperienza brandizzata IKEA su Roblox

A conferma di quanto osservato, al di fuori del corpus rilevato, la letteratura recente e la stampa di settore documenta alcune esperienze brandizzate di particolare rilievo, anche se numericamente contenute. Tra queste si possono citare *Gucci Garden*, ambientazione immersiva ispirata all'universo estetico del brand, e *Vans World*, uno skatepark virtuale che consente di personalizzare l'avatar con abbigliamento ufficiale. Altri esempi includono *Samsung Galaxy Station*, focalizzata sull'educazione digitale in forma ludica, e *Fashion Klossette by Coach*, esperienza interattiva dedicata al mondo della moda.

Di particolare interesse, anche per l'originalità del concept, è l'iniziativa *The Co-Worker Game* di IKEA (attualmente chiusa; Figura 83), che invita gli utenti a simulare attività lavorative all'interno di un punto vendita virtuale, esplorando mansioni e percorsi di carriera in coerenza con l'universo valoriale del brand.

La presenza dei brand su Roblox non risponde dunque a una logica di presenza continuativa e pervasiva, ma si traduce in interventi mirati e progettati ad hoc, in cui il Metaverso viene utilizzato come ambiente interattivo capace di veicolare narrazioni esperienziali,

coinvolgere un pubblico giovane e stimolare forme di partecipazione attiva. In questo contesto, il valore del posizionamento non è determinato dalla quantità o dalla durata dell'esposizione, ma dalla capacità del brand di creare esperienze memorabili e coerenti, attraverso dinamiche ludiche, processi di co-creazione e interazioni con gli utenti.

In conclusione, Roblox si configura come un Metaverso con forte orientamento ludico. La sua verticalità è sia strutturale che tematica: ogni componente - dall'architettura tecnica ai contenuti generati dagli utenti, fino al sistema di monetizzazione - converge in modo quasi totale verso un'unica dimensione d'uso, quella ludica, con una forte strutturazione top-down dell'azienda proprietaria. Pur non rispondendo alla definizione tecnica di Metaverso in senso stretto, per l'assenza di decentralizzazione o interoperabilità, Roblox ne incarna tratti essenziali: immersività, interazione multi-utente, produzione di contenuti e, soprattutto, una dimensione economica stabile, con valuta interna proprietaria anche se svincolata da blockchain. La customizzazione dell'avatar, sostenuta da un sistema di microtransazioni tramite *Robux*, costituisce infine una forma di costruzione dell'identità digitale e di partecipazione simbolica. L'analisi procederà ora con Spatial, un altro Metaverso centralizzato ma con tratti profondamente diversi.

3.3.2 Spatial - Un Metaverso curatoriale tra cultura visiva e brand storytelling

Spatial nasce nel 2016 come piattaforma collaborativa pensata per ambienti professionali, con l'obiettivo di facilitare la comunicazione e la produttività tramite riunioni immersive e avatar realistici. In questa prima fase, il target di riferimento era costituito da aziende e team di lavoro, con l'ambizione di offrire un'alternativa tridimensionale agli strumenti di videoconferenza tradizionali. Fondata da Anand Agarawala e Jinha Lee, e sviluppata da Spatial Systems Inc., la piattaforma ha attratto investimenti da importanti venture capital, tra cui White Star Capital, iNovia e Samsung NEXT.

A partire dal 2020, con la crescente attenzione mediatica per i metaversi, e il boom dell'arte digitale NFT, Spatial ha avviato una trasformazione significativa, ridefinendo la propria mission iniziale centrata sul lavoro collaborativo. Cavalcando un'opportunità economica e culturale emergente, la piattaforma si è progressivamente aperta a una comunità più ampia, creativa e orientata all'espressione estetica.

Dal 2021, si è così affermata come spazio privilegiato per esposizioni artistiche, mostre immersive, eventi culturali e attivazioni promozionali legate ai mondi della moda, del lusso e dell'arte digitale. Il baricentro della piattaforma si è così spostato dalla dimensione funzionale a quella curatoriale, dando forma a un Metaverso accessibile, esteticamente

curato. La mappatura di Spatial (N=*209*) rispetto al totale campione (tavola 84) mette in evidenza alcune importanti polarizzazioni, in linea con la storia di sviluppo della piattaforma.

	TOTALE *[N=2000]*	**SPATIAL** *[N=209]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	5%	+2%	NS
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	2%	-3%	Sign.95%
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	2%	-16%	Sign.99%*
[NET 4] GAMBLING	1%			
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%	27%	+15%	Sign.99%*
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	22%	+5%	NS
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%	0%	-3%	Sign.99%*
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	2%	+1%	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	15%	-6%	Sign.95%
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%	1%	-1%	NS
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%	2%	+1%	NS
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%	0%	-2%	Sign.99%*
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%	0%	=	NS
[NET 15] ALTRO	17%	26%	+10%	Sign.99%*

Tavola 84: Mappatura tipologia land TOTALE vs Spatial

In particolare, emergono tre connotazioni significativamente sovra-rappresentate: Arte e cultura digitale (NET 5), Area promozionale (NET 6) e la categoria residuale Altro (NET 15). La prima, ossia l'*Arte e cultura digitale*, registra un'incidenza pari al 27%, con un delta positivo di +15 pp rispetto al campione complessivo (Sign. 99%). Il dato riflette chiaramente la vocazione curatoriale della piattaforma, oggi consolidata come spazio di riferimento per mostre, esposizioni e gallerie immersive.

Anche l'*Area promozionale*, pur non raggiungendo la soglia di significatività statistica rispetto al totale campione (22%, con +5 pp rispetto al totale ma una $p > .05$), mostra una presenza rilevante. Più di un quinto degli ambienti ospita brand e organizzazioni per showcase, presentazioni istituzionali, lanci di prodotto o esperienze ibride. Un esempio emblematico è lo spazio *Pirelli Metaworld* (Figura 85), concepito come uno showroom immersivo che unisce branding, storytelling visivo e interazione.

L'ambiente ospita contenuti audiovisivi, oggetti tridimensionali e installazioni scenografiche, ma include anche elementi ludici - come quiz e attività esplorative - pensati per coinvolgere attivamente l'utente. È inoltre possibile acquistare oggetti digitali

indossabili (wearables), inserendo una componente commerciale che collega la promozione alla personalizzazione dell'avatar. Ne risulta un'esperienza complessa, in cui branding, cultura, gioco e transazioni economiche convivono, in linea con quanto visto nei processi di marketing immersivo nel consolidamento della brand awareness, brand equity e brand love.



Figura 85: Pirelli Metaworld su Spatial

Infine, la categoria *Altro* (NET 15) raccoglie il 26% degli ambienti su Spatial, con un Δ positivo di +10 pp rispetto al totale campione (Sign. 99%). Questo scarto evidenzia una presenza significativa di ambienti privati o generici, difficili da ricondurre alle categorie tematiche canoniche: degli ambienti flessibili e di sperimentazione che riflettono un uso libero e personale dello spazio virtuale.

La mappatura evidenzia parallelamente alcune aree significativamente sotto-rappresentate, a partire da *Gaming & Gamification* (NET 3), che su Spatial riguarda solo il 2% degli ambienti, con un delta negativo di -16 pp rispetto al totale campione. Si tratta della differenza più marcata rilevata, che conferma il limitato orientamento della piattaforma verso forme di gioco strutturato, tipiche di metaversi come *Roblox* e che trovano in questo spazio curatoriale minori possibilità di realizzazione.

Nel complesso, la mappatura suggerisce come Spatial si posizioni a metà tra uno spazio espositivo e uno spazio promozionale, con una progettualità visiva e narrativa fortemente curata. Le esperienze non rispondono a logiche ludiche o funzionali in senso stretto, ma si muovono tra arte, branding e storytelling immersivo, con finalità prevalentemente simboliche, comunicative o identitarie. È questa ibridazione - tra cultura, comunicazione e attivazione di marca - a rappresentare la cifra distintiva della piattaforma.

I dati relativi alle possibilità di acquisto mostrano su Spatial una sotto-rappresentazione rispetto al totale campione (al netto di possibili distorsioni prima discusse: tavola 86).

	TOTALE *[N=2000]*	SPATIAL *[N=209]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	27%	-32%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	17%	-7%	Sign.95%
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%		-1%	NS
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%		-32%	Sign.99%*
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%	9%	+3%	NS

Tavola 86: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs Spatial

In particolare, mentre il 59% degli ambienti (sul complessivo dei metaversi) presenta almeno una forma di acquisto attivo, su Spatial questa percentuale si assesta al 27%, con un Δ negativo di -32 pp (Sign. 99%). Su Spatial, l'acquisto non rappresenta perciò una costante strutturale - come visto per Roblox e Mona - ma una possibilità integrata in specifiche esperienze, coerente con l'orientamento curatoriale della piattaforma.

È perciò significativo che più di un quarto degli ambienti consenta almeno una forma di acquisto, confermando la presenza di una dimensione economica tutt'altro che marginale. Quest'ultimi si concentrano in particolare su oggetti digitali (NET 2A), come NFT d'arte e wearable, presenti nel 17% degli ambienti (vs 24% nel totale campione; -7 pp, Sign. 95%), e su beni e servizi accessori (NET 3: 9%, con un +3% rispetto al totale; trend non significativo), tra cui corsi, merchandising, eventi ed esperienze brandizzate, tramite le aree promozionali. Quando presenti, le transazioni economiche non si pongono come elementi separati o strumentali, ma si inseriscono organicamente all'interno dell'esperienza curatoriale o narrativa dell'ambiente, contribuendo a completarla.

È il caso di Pirelli World, dove la possibilità di acquistare oggetti digitali è parte di un racconto immersivo, costruito attorno all'identità del brand. In Spatial, la dimensione economica non è quindi finalizzata alla massimizzazione della vendita, ma pensata per valorizzare l'esperienza, offrendo oggetti e servizi coerenti con l'estetica, il messaggio e l'identità dell'ambiente.

La brand positioning, infine, risulta in linea il totale campione, con 13% delle land su Spatial che presentano almeno la presenza di una marca (tavola 87). Il dato complessivo cela tuttavia alcune specificità di posizionamento per le differenti categorie.

	TOTALE [N=2000]	SPATIAL [N=209]	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**13%**	-3%	NS
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%	2%	+1%	NS
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%	0%	-4%	Sign.99%*
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%	2%	-1%	NS
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	5%	+1%	NS
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%	2%	+2%	NS
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%			
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%	1%	=	NS
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%			

Tavola 87: Brand positioning TOTALE vs Spatial

Emerge in particolare una presenza di brand di moda e lusso in linea con il totale campione (NET 2A: 2% rispetto all'1% del totale campione), con casi emblematici quali Dior, Elle, Vogue, attivi nella costruzione di ambienti esperienziali e visivamente impattanti (si veda Figura 88: Vogue).



Figura 88: Vogue, ambiente brandizzato su Spatial

A essi si affiancano brand del settore di *media e intrattenimento* (NET 2D: 5%), a testimonianza del crescente interesse per la narrazione immersiva e il branded content in ambienti tridimensionali. Importante è anche la partecipazione di marchi automotive (NET 2E: 2%), rappresentati da realtà come BMW (tramite concessionari autorizzati come Ceccato Motors), che utilizzano gli ambienti virtuali per promuovere tecnologie, modelli e valori connessi alla mobilità (Figura 89).



Figura 89: BMW, ambiente brandizzato su Spatial

Meno rappresentati, ma comunque presenti, sono infine i settori *Tech & Gaming* (NET 2B) e *Finanziari & Crypto* (NET 2C), i cui marchi tendono a concentrarsi in metaversi a maggiore vocazione decentralizzata, come The Sandbox o Decentraland.

Gli ambienti branded tendono a integrarsi su questa piattaforma in modo armonico con l'identità grafica del Metaverso, assumendo la forma di gallerie, musei, showroom o spazi esperienziali, più che di veri e propri e-commerce tridimensionali o marketplace. Lo spazio firmato Vogue ne rappresenta un esempio paradigmatico: concepito come una galleria immersiva, espone copertine iconiche della rivista in un allestimento essenziale, evocando l'atmosfera contemplativa di uno spazio museale. Il progetto trasmette l'universo valoriale del brand attraverso una narrazione visiva ad alta densità simbolica.

In una direzione affine ma declinata sul versante tecnologico, l'ambiente BMW (Figura 88) si configura come uno showroom tridimensionale che permette di esplorare modelli di auto in un contesto espositivo immersivo e interattivo, con materiali video, visualizzazioni dinamiche e asset 3D. Anche in questo caso, l'obiettivo non è la conversione diretta ma la costruzione di un'esperienza di marca coerente, orientata all'engagement e alla valorizzazione dell'identità visiva.

Nel complesso, Spatial si configura come un Metaverso curatoriale, in cui esperienza visiva, identità estetica e narrazione immersiva guidano la progettazione degli ambienti e la presenza dei brand. La piattaforma si è così trasformata nel tempo da spazio collaborativo a ecosistema espressivo, a metà tra galleria digitale e showroom immersivo rendendo The Spatial un Metaverso che unisce cultura visiva e brand storytelling. La dimensione economica è presente ma i brand non si limitano a promuovere, ma mettono in scena il

proprio universo simbolico, contribuendo a un modello di Metaverso centrato più sul racconto che sulla mera transazione economica.

3.3.3 VR Chat - Un Metaverso comunitario tra gioco, introspezione e culture-remix

VRChat, lanciata nel 2014 da Graham Gaylor e Jesse Joudrey, nasce come piattaforma sociale in realtà virtuale, pensata per favorire la libera interazione tra utenti e l'espressione individuale attraverso avatar e mondi personalizzati. Pur centralizzata nella gestione tecnica e nelle policy, VRChat adotta un modello decentralizzato nei contenuti, dove l'universo condiviso viene costruito dagli utenti stessi.

A partire dal 2017, la piattaforma ha acquisito visibilità globale grazie alla diffusione su Twitch e YouTube, che ne hanno amplificato la popolarità con contenuti virali, performance collettive e sessioni di roleplay. Basata su Unity, VRChat offre massima libertà creativa nella progettazione di ambienti tridimensionali, accessibili tramite interazione vocale e una presenza impersonificata dall'avatar scelto. Gli scopi impliciti non risiedono nella costruzione di un'economia interna o nella presenza di brand, ma nella creazione di un ambiente aperto e sperimentale.

Nata negli Stati Uniti, VRChat è oggi un ecosistema culturalmente ibrido, fortemente influenzato dall'immaginario giapponese e coreano. Molti ambienti richiamano paesaggi urbani nipponici, mentre gli avatar si ispirano all'estetica anime, kawaii e idol, anche grazie alla diffusione di strumenti come VRoid Studio.

Questo processo di appropriazione creativa dal basso ha dato vita a un Metaverso espressivo e fluido, dove la cultura visuale globale sovverte le geografie d'origine. VRChat non è uno spazio di consumo, ma una piattaforma di co-creazione collettiva, in cui l'intrattenimento prende forma in modo spontaneo, frammentato e ironico, riflettendo l'identità in divenire delle community digitali.

La mappatura tematica degli ambienti (*N=149* quelli analizzati), rappresentata in Tavola 89, evidenzia un profilo definito, con alcune aree tematiche significativamente sovra-rappresentate e che riflettono le specificità di sviluppo di questa piattaforma.

	TOTALE *[N=2000]*	VR CHAT *[N=149]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	2%	-1%	NS
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	7%	+1%	NS
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	30%	+12%	Sign.99%*
[NET 4] GAMBLING	1%	1%	+1%	NS
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%			
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	1%	-16%	Sign.99%*
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%	9%	+6%	Sign.95%
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	2%	+1%	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	10%	-12%	Sign.99%*
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%	17%	+15%	Sign.99%*
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%			
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%	5%	+2%	NS
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%	1%	=	NS
[NET 15] ALTRO	17%	21%	+4%	NS

Tavola 89: Mappatura tipologia land TOTALE vs VRChat

In particolare, la categoria *Gaming & Gamification* (NET 3) risulta prevalente su VRChat, con un'incidenza del 30% e un delta positivo di +12pp rispetto al totale campione (Sign. 99%). Si tratta per lo più di mondi generati dagli utenti, privi di finalità predefinite, in cui predominano gioco libero, simulazione e roleplay collaborativo (Figura 89bis)



Figura 89bis: Utenti riuniti attorno a un tavolo da gioco virtuale su VRChat che esemplifica le dinamiche di roleplay e gioco libero tipiche della categoria Gaming & Gamification.

Particolarmente rilevante è anche la categoria *Sanità e benessere* (NET 11), con un 17% degli ambienti che ricopre questa funzione, rispetto al 2% del totale campione (+15 pp; Sign. 99%). Questo dato segnala la diffusione di spazi orientati al rilassamento, alla meditazione e al comfort emotivo, e mette in luce la presenza di una dimensione intimista e riflessiva che si affianca a quella ludica più diffusa. Tale tendenza si inserisce in un uso personale e auto-terapeutico degli ambienti immersivi, in cui VRChat viene vissuto non solo come luogo di gioco, ma anche come spazio di cura e benessere soggettivo.

Al contrario, risultano sotto-rappresentate le categorie legate alla comunicazione istituzionale e alla progettualità brandizzata. L'*Area promozionale* (NET 6) interessa solo l'1% degli ambienti rispetto al 17% del totale (-16 pp; Sign. 99%), a conferma della quasi totale assenza di iniziative corporate o strategie immersive promosse da aziende per un Metaverso che lascia spazio alla creazione di contenuti in modo bottom-up da parte dei singoli utenti. Anche la categoria *Residenziale e privato* (NET 10) registra un valore inferiore alla media (10% vs 22%; -12 pp), evidenziando la prevalenza di spazi collettivi e pubblici rispetto alla simulazione di ambienti domestici.

L'analisi delle possibilità di acquisto (Tavola 90) evidenzia in modo netto la sotto-rappresentazione della dimensione commerciale (in linea con la deflessione delle aree promozionali) in questo Metaverso rispetto alla media complessiva. Solo il 7% degli ambienti mappati presenta infatti almeno una forma di acquisto, contro il 59% del totale, con un delta negativo di -52 pp (Sign. 99%).

	TOTALE *[N=2000]*	VR CHAT *[N=149]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	7%	-52%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	5%	-20%	Sign.99%*
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%			
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%	1%	-32%	Sign.99%*
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%	2%	-4%	Sign.99%*

Tavola 90: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs VR Chat

La più rilevante è la categoria degli acquisti di NFT e oggetti digitali (NET 2A), che interessa il 5% degli ambienti mappati di VR Chat, contro il 24% del totale (-20 pp; Sign. 99%). Si tratta per lo più di collectibles, ovvero oggetti virtuali legati a un singolo mondo o creatore, che possono avere una funzione decorativa, simbolica o interattiva nell'esperienza. Non sono pensati per scopi speculativi o di investimento, ma per arricchire l'immaginario dell'ambiente, esprimere appartenenza alla community o sostenere il creator, in linea con lo spirito espressivo e comunitario della piattaforma. Infine, i dati

relativi al brand positioning (Tavola 91) confermano la natura community-driven (e "poco commerciale") della piattaforma.

	TOTALE *[N=2000]*	VR CHAT *[N=149]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**6%**	-10%	Sign.99%*
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%			
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%	1%	-3%	Sign.99%*
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%			
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	3%	-1%	NS
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%			
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%	1%	+1%	NS
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%			
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%			

Tavola 91: Brand positioning TOTALE vs VRChat

La percentuale di ambienti con almeno un brand attivo su VRChat si attesta al 6%, con un delta negativo di -10pp rispetto al totale campione (Sign. 99%). Si tratta per lo più di presenze isolate e simboliche, che raramente si configurano come ambienti esplicitamente promozionali o vere e proprie brand activation.

Fra i casi più rappresentativi si possono citare McDonald's, Starbucks, Cards Against Humanity, Just Dance, Demon Slayer e Omegle. Solo per McDonald's si può tuttavia parlare di uno spazio brandizzato ufficiale, realizzato dalla filiale giapponese del marchio in collaborazione con VTuber. Tutti gli altri ambienti brandizzati, ritrovati in fasi di analisi, si configurano invece come tributi spontanei creati da singoli utenti, in cui il brand viene richiamato senza autorizzazione formale né coinvolgimento diretto.

Su VR Chat si tratta quindi principalmente di contenuti generati spontaneamente dagli utenti (UGC: User Generated Content) che utilizzano marchi noti come materiali culturali da reinterpretare in chiave di omaggio, parodie o giochi tematizzati sull'immaginario di marca: un appropriazione creativa, pienamente coerente con la logica partecipativa e "modder" che caratterizza VRChat. Il caso di Cards Against Humanity, presente in due ambienti distinti, lo dimostra chiaramente: il gioco è utilizzato come meccanica ludica, ma senza alcun segno di intervento istituzionale. Allo stesso modo, mondi come Femboy Starbucks o Just Dance VRChat impiegano brand iconici per creare esperienze comunitarie e di intrattenimento, che si collocano all'interno della cultura del meme, della creatività collettiva e dei contenuti generati dagli utenti (UGC), piuttosto che in una logica di comunicazione commerciale.

Nel complesso, la presenza dei brand su VRChat appare quindi marginale e dal tono informale, non finalizzato alla promozione commerciale, ma alla circolazione simbolica e culturale dei brand attraverso l'espressività spontanea della community.
In sintesi, la mappatura di VRChat restituisce l'immagine di un Metaverso radicalmente divergente dai modelli orientati al commercio, alla promozione o alla riproduzione del reale. L'analisi condotta evidenzia la prevalenza di logiche relazionali, ludiche e narrative, in cui le pratiche espressive degli utenti plasmano uno spazio virtuale aperto, fluido e decentralizzato nei contenuti (anche se centralizzato nella sua infrastruttura tecnica). L'assenza di un'economia strutturata, la marginalità della brandizzazione e la bassa incidenza delle transazioni confermano un'impostazione non commerciale, in cui il valore non risiede nell'efficienza funzionale, ma nella co-creazione partecipativa. VRChat si configura quindi non solo come luogo di evasione o intrattenimento, ma come un laboratorio socio-culturale, dove si sperimentano forme emergenti di socialità, introspezione, gioco e rappresentazione collettiva. Un ecosistema in cui i confini tra autore, spettatore e performer si confondono, e in cui la cultura digitale prende forma attraverso il remix, la spontaneità e forme di tributo non ufficiale ai mondi di marca.

3.3.4 Zepeto - Un ecosistema ibrido tra gioco, socialità e rappresentazione digitale

Zepeto è una piattaforma social immersiva lanciata nel 2018 da Naver Z Corporation, ramo del gruppo tecnologico sudcoreano Naver. Nata come app mobile per creare avatar tridimensionali, si è rapidamente evoluta in un Metaverso completo, integrando ambienti virtuali personalizzabili, elementi di gamification, interazioni sincrone e funzioni di social networking. Fin dalle origini ha mostrato una forte influenza estetica asiatica, ispirata al K-pop, alla moda digitale e al mondo degli idol virtuali. Questa cifra stilistica, unita all'approccio mobile-first, ha favorito la diffusione tra il pubblico giovanile di Corea del Sud, Giappone e Cina, mercati ancora oggi primari per la piattaforma.
Il modello economico su cui si struttura è di stampo freemium, con una possibilità di download gratuito e una monetizzazione successiva basata su microtransazioni (abiti, accessori, oggetti). Come VRChat, la piattaforma mantiene una forte vocazione ludica e partecipativa, ma con una maggiore tendenza commerciale e presidio di brand, afferenti al mondo moda, beauty ed entertainment.
Più in dettaglio, dalla mappatura tematica degli ambienti (Tavola 92; N=*161*) emergono alcune categorie significativamente sovra-rappresentate rispetto al totale campione.

	TOTALE *[N=2000]*	ZEPETO *[N=161]*	Δ	α
[NET 1] SPAZI PUBBLICI E SOCIALI	3%	7%	+4%	Sign.95%
[NET 2] DIVERTIMENTO E INTRATTENIMENTO	5%	7%	+2%	NS
[NET 3] GAMING & GAMIFICATION	18%	35%	+18%	Sign.99%*
[NET 4] GAMBLING	1%			
[NET 5] ARTE E CULTURA DIGITALE	12%	1%	-11%	Sign.99%*
[NET 6] AREA PROMOZIONALE	17%	8%	-9%	Sign.99%*
[NET 7] ATTIVITÀ COMMERCIALI	3%	3%	=	NS
[NET 8] MEDIA E COMUNICAZIONE	0%			
[NET 9] SPAZI DI LAVORO E ISTRUZIONE	1%	4%	+3%	NS
[NET 10] RESIDENZIALE E PRIVATO	22%	13%	-9%	Sign.99%*
[NET 11] SANITÀ E BENESSERE	2%	3%	+1%	NS
[NET 12] RELIGIONE E SPIRITUALITÀ	1%			
[NET 13] ESPERIENZIALE E NATURALE	2%	8%	+6%	Sign.99%*
[NET 14] INFRASTRUTTURE E TRASPORTI	1%			
[NET 15] ALTRO	17%	21%	+4%	NS

Tavola 92: Mappatura tipologia land TOTALE vs Zepeto

In particolare, la categoria *Gaming & Gamification* [NET 3: 35%] registra un'incidenza quasi doppia rispetto al totale, in cui si assesta al 18% (+18 pp; Sign. 99%), confermando la forte componente ludica della piattaforma. Gli ambienti di questo tipo si presentano come spazi interattivi, competitivi o di abilità, spesso basati su meccaniche semplici e ripetibili, coerenti con un utilizzo rapido, mobile e orientato all'intrattenimento immediato (si veda un esempio in Figura 92b di un riadattamento del gioco Hide and Seek).



Figura 92b: Esempio di gioco su Zepeto (Hide and Seek).

Dopo il gaming, le categorie più rappresentate su Zepeto rispetto al totale campione sono di tipo *Esperienziale e naturale* [NET 13: 8%; +6pp e Sign. 99%] e *Spazi pubblici e sociali* [NET 1: 7%; +4pp e Sign. 95%]. Gli ambienti riconducibili al *mondo naturale* includono parchi, giardini, paesaggi o spazi contemplativi, pensati più per l'esplorazione rilassata e la fruizione estetica, che per uno scopo funzionale. Gli *spazi pubblici e sociali*, invece, riproducono piazze, ambienti urbani stilizzati o luoghi di ritrovo, che mimano forme di socialità simbolica, spesso arricchite da scelte visive coerenti con l'estetica giovane e pop della piattaforma. Entrambe le categorie evidenziano una dimensione relazionale ed esperienziale che affianca e amplia quella ludica, confermando il ruolo di Zepeto non solo come piattaforma di gioco, ma anche come spazio sociale di incontro tra giovani. In tal senso, è emblematico l'uso che ne è stato fatto durante il periodo pandemico, quando Zepeto è stato impiegato anche per la creazione di ambienti virtuali scolastici e formativi, diventando un'alternativa digitale alla *socialità sospesa* del mondo reale a causa dei lockdown.

Di contro, alcune categorie risultano significativamente sotto-rappresentate.

- La più evidente è l'*Arte e cultura digitale* [NET 5], che si assesta all'1% rispetto il 12% del campione totale (-11 pp, Sign. 99%). La quasi totale assenza di ambienti museali, gallerie d'arte o spazi espositivi segnala così una distanza strutturale di Zepeto rispetto a quei metaversi che fanno della cultura digitale un asse centrale dell'esperienza.
- La categoria *Area promozionale* [NET 6] si attesta invece su Zepeto all'8%: un dato inferiore rispetto alla media del campione (17%, -9 pp; Sign. 99%), ma che va letto considerando la forte incidenza di spazi brandizzati in piattaforme come The Sandbox (53%) e Spatial (22%), che tendono ad alzare la media complessiva. Nel caso di Zepeto, la presenza dei brand si distingue anche qualitativamente rispetto a quanto osservato precedentemente su VRChat.

  Qui, infatti, gli ambienti brandizzati non sono unicamente tributi o riferimenti spontanei, ma in più casi il risultato di collaborazioni ufficiali con marchi del mondo moda, beauty e intrattenimento. I brand operano infatti su Zepeto attraverso progetti immersivi sviluppati ad hoc, coerenti con l'estetica mobile-friendly e giovane della piattaforma, e spesso ben integrati nelle sue dinamiche narrative e sociali. Un esempio emblematico è la collaborazione con Bulgari, che ha sviluppato uno spazio digitale

esclusivo all'interno di Zepeto, in cui avatar e ambienti esprimono la cifra stilistica del brand in un contesto esperienziale e aspirazionale (Figura 92c).



Figura 92c: Esperienza e spazio brandizzato Bulgari su Zepeto

La dimensione transazionale su Zepeto risulta tuttavia la più limitata fra tutti i metaversi analizzati (Tavola 93), con solo il 4% degli ambienti mappati che presenta almeno una possibilità di acquisto (-55pp rispetto al totale campione; Sign. 99%) e riconducibile unicamente all'acquisto di wearables estetici o a elementi ludici legati al gioco (NET 2A). In particolare, le sette land in cui è stata rilevata la presenza di acquisti - tra cui *LOUBI Boutique, Midnight Runway e Hangang Park* - confermano il carattere accessorio, limitato e non sistemico della monetizzazione nella piattaforma, che continua a privilegiare dinamiche espressive, relazionali e di gioco rispetto alla transazione economica.

	TOTALE *[N=2000]*	**ZEPETO** *[N=161]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE PURCHASE	59%	4%	-55%	Sign.99%*
[NET 2A] ACQUISTI NFT E OGGETTI DIGITALI	24%	4%	-20%	Sign.99%*
[NET 2B] ACQUISTI NFT FUNZIONALI E TOKEN	1%			
[NET 2C] TRANSAZIONI SU BLOCKCHAIN E CRIPTO	33%			
[NET 3] ACQUISTO DI BENI FISICI O SERVIZI	6%			

Tavola 93: Acquisti e tipologia di beni TOTALE vs Zepeto

La brand positioning di Zepeto (Tavola 94) restituisce infine l'immagine di una piattaforma in cui la presenza dei marchi è contenuta ma strutturata. L'11% degli ambienti analizzati presenta almeno un riferimento a un marchio: un valore inferiore rispetto al totale (16%, -

5 pp; Sign. 95%), ma comunque più elevato rispetto ad altri metaversi centralizzati dal taglio ludico come VRChat (6%) o curatoriale come Mona (1%).

Pur non essendo dominata da logiche promozionali pervasive - come avviene in piattaforme come The Sandbox - Zepeto ospita una presenza selettiva e qualitativamente rilevante di brand attivi attraverso collaborazioni ufficiali e progettualità immersive, soprattutto nei settori moda, intrattenimento e beauty. Accanto a queste iniziative, si riscontrano tuttavia anche in Zepeto - seppur in misura decisamente più limitata rispetto a VRChat - tributi spontanei, citazioni o reinterpretazioni ludiche di marchi noti, tramite User Generated Content.

	TOTALE *[N=2000]*	**ZEPETO** *[N=161]*	Δ	α
[NET 1 POSITIVE] AT LEAST ONE BRAND	**16%**	**11%**	-5%	Sign.95%
[NET 2A] BRAND MODA & LUSSO	1%	2%	+2%	NS
[NET 2B] BRAND TECH & GAMING	5%	2%	-3%	Sign.95%
[NET 2C] BRAND FINANZIARI & CRYPTO	4%			
[NET 2D] BRAND MEDIA & INTRATTENIMENTO	4%	6%	+2%	NS
[NET 2E] BRAND AUTOMOTIVE	1%	1%	=	NS
[NET 2F] BRAND FOOD & BEVERAGE	1%			
[NET 2G] BRAND SPORT & EVENTI	1%			
[NET 2H] BRAND BENI IMMOBILIARI & COSTRUZIONI	2%			

Tavola 94: Brand positioning TOTALE vs Zepeto

Nel complesso, l'analisi di Zepeto restituisce l'immagine di un Metaverso ibrido, orientato alla leggerezza esperienziale, dove dinamiche ludiche, sociali e di relax si combinano con un'estetica pop e mobile-first. A differenza di altre piattaforme centralizzate più verticali - come Roblox, centrato sul gaming, o Spatial, con una forte impronta curatoriale - Zepeto propone una configurazione più flessibile e trasversale, che integra gioco, socialità e spazi personali. La presenza dei brand, seppur selettiva, è ben visibile, ma mira meno alla transazione diretta e più alla costruzione di esperienze immersive e narrative. La componente commerciale, quindi, si manifesta soprattutto sotto forma di collaborazioni ufficiali (ma anche freebooting da parte di singoli utenti), che si inseriscono armonicamente nell'ambiente, senza compromettere la logica partecipativa e "giocosa" che anima l'ecosistema.

Con Zepeto si conclude il percorso di analisi dedicato ai metaversi centralizzati. Pur accomunate da una governance proprietaria, le piattaforme esplorate mostrano traiettorie di sviluppo autonome e modelli d'uso profondamente diversi: Roblox si configura come un ecosistema verticale a orientamento ludico; Spatial assume la forma di un Metaverso

curatoriale e visivo; VRChat si distingue per un'impronta comunitaria e partecipativa; Zepeto propone infine un ambiente ibrido e mobile-first, dove si combinano gioco e socialità. La mappatura evidenzia quindi come la struttura centralizzata non implichi un modello unico, e che ogni Metaverso sviluppi grammatiche d'uso proprie, in risposta a equilibri specifici tra infrastruttura, contenuti e modalità di partecipazione.

3.4. Oltre la dicotomia centralizzato/decentralizzato

La mappatura dei metaversi nel presente capitolo è stata condotta in modo progressivo nel corso del biennio 2023-2024. Ciò implica che le piattaforme osservate si trovassero in fasi differenti del loro sviluppo tecnologico, infrastrutturale ed economico. I risultati non restituiscono pertanto uno stato stabilizzato o definitivo delle piattaforme considerate, ma una fotografia riferita a un momento specifico della loro evoluzione. La mappatura va quindi intesa come una rilevazione che registra assetti temporanei all'interno di un processo di trasformazione continua.

L'indagine empirica è stata inoltre condizionata dall'assenza di interoperabilità tra le piattaforme analizzate, che ha comportato l'adozione di modalità di navigazione differenti all'interno dei sistemi, in funzione delle loro specifiche caratteristiche strutturali.

- In alcuni contesti, la navigazione si è sviluppata attraverso ambienti tridimensionali organizzati mediante mappe esplorabili, che consentono di orientarsi nello spazio virtuale e di accedere ai diversi luoghi, come nel caso di Decentraland e The Sandbox.
- In altri, l'ingresso nei sistemi è avvenuto attraverso interfacce che strutturano l'esperienza mediante hub, cataloghi o sistemi di selezione, all'interno dei quali gli ambienti virtuali vengono presentati sotto forma di card, come avviene in piattaforme quali Roblox e Zepeto.

Le differenze riscontrate riflettono assetti strutturali differenti dei sistemi osservati e la frammentazione dell'ecosistema metaversale nel periodo considerato. Di conseguenza, la mappatura non può essere interpretata come una tassonomia esaustiva o come una classificazione definitiva, ma come uno strumento analitico volto a rendere leggibile una fase storica specifica dello sviluppo metaversale, da rivedere in modo sistematico in futuro.

Nel periodo successivo alla mappatura condotta, i metaversi decentralizzati analizzati hanno attraversato una fase di riorientamento progettuale che ha inciso in modo significativo sulle logiche di funzionamento, pur in continuità con i dati riportati in fase di analisi. Fra i trend emerge un'attenzione sempre più traslata dalla valorizzazione della land come asset digitale alla capacità degli ambienti di sostenere forme di utilizzo continuativo,

partecipazione e attivazione esperienziale. Questa transizione ha assunto configurazioni differenti a seconda delle piattaforme. In particolare:

- Nel caso di *Decentraland*, gli sviluppi successivi alla mappatura evidenziano una fase di intervento sull'infrastruttura tecnica della piattaforma e di rimodulazione delle priorità di sviluppo. A fine 2024 Decentraland Foundation ha infatti messo in atto una serie di aggiornamenti orientati al miglioramento delle prestazioni e alla stabilizzazione dell'esperienza utente, culminati nel rilascio di un client desktop dedicato, concepito come alternativa al precedente accesso esclusivamente browser-based. A questo rinnovamento delle modalità di accesso si è affiancata inoltre una rimodulazione delle linee di sviluppo future della piattaforma, esplicitata nel *White Paper 2.0* pubblicato a fine 2024. Il documento individua come priorità progettuali il miglioramento dell'esperienza in-world, il rafforzamento dei meccanismi di engagement e retention e l'aumento della scoperta dei contenuti, attraverso l'introduzione di sistemi di ricompensa, quest, badge ed eventi, nonché interventi volti a incentivare lo sviluppo e l'attivazione delle land non utilizzate. In questa prospettiva, la rilevanza degli spazi virtuali tende a essere sempre più legata alla loro capacità di ospitare attività, eventi e pratiche partecipative, più che alla sola collocazione territoriale o al valore di scambio delle singole land, configurando una modulazione progettuale maggiormente orientata all'esperienza dell'utente e alle dinamiche di attivazione degli spazi, più che al mero presidio di brand e speculazione dei singoli lotti.
- *The Sandbox*, allo stesso modo, ha ridefinito parte delle proprie logiche di funzionamento, accentuando il passaggio da un modello fondato sulla territorialità a un ecosistema orientato alla produzione e alla fruizione di esperienze. Un elemento centrale di questa evoluzione è rappresentato dal progressivo consolidamento delle *Alpha Seasons*, cicli stagionali che organizzano l'esperienza degli utenti attraverso una curatela temporanea degli ambienti accessibili, l'attivazione di quest e sistemi di progressione e l'assegnazione di ricompense legate alla partecipazione. Come per Decentraland si evidenzia quindi un'attenzione maggiore all'utente e alla sua centralità, essendo il Metaverso stesso uno spazio reso vivo proprio grazie agli utenti che vi accedono.

  Parallelamente, la piattaforma ha rafforzato in modo significativo il ruolo della produzione di contenuti (UGC: User Generated Content). Attraverso l'apertura sistematica al self-publishing e l'evoluzione degli strumenti di creazione, in particolare

il Game Maker, la land tende ad assumere la funzione di infrastruttura abilitante alla pubblicazione di esperienze giocabili, più che quella di luogo persistente da presidiare. In questo contesto, il valore dello spazio virtuale risulta sempre più legato alla capacità di attivare contenuti e di inserirsi nei cicli stagionali della piattaforma, piuttosto che alla sola posizione all'interno della mappa.

- Nel caso di *MONA*, gli sviluppi successivi indicano un'evoluzione coerente con la traiettoria già delineata. MONA, durante la mappatura, si è caratterizzata per una limitata centralità della mappa, privilegiando la pubblicazione di spazi autonomi ad alto impatto visivo. Negli sviluppi più recenti, tale orientamento risulta ulteriormente accentuato attraverso un posizionamento come infrastruttura di produzione creativa, in particolare tramite strumenti di generazione di modelli 3D basati su intelligenza artificiale, destinati a creator, designer e studi professionali. In questa prospettiva, MONA conferma i dati della mappatura: una piattaforma pensata per la creazione e showcase di asset piuttosto che un vero mondo sociale di relazione fra utenti.
- Nel caso di *The Nemesis*, infine, gli sviluppi successivi alla mappatura confermano il consolidamento di un modello orientato alla progettazione di esperienze immersive guidate, più che alla costruzione di un mondo virtuale persistente e liberamente esplorabile. Numerose iniziative istituzionali e corporate avviate fra fine 2024 e il 2025 evidenziano l'utilizzo della piattaforma come infrastruttura per ambienti narrativi, educativi e culturali ad accesso controllato. Un esempio è rappresentato dal progetto *O.P.E.N.*, il metaverso realizzato da Leonardo S.p.A., concepito come spazio esperienziale dedicato all'orientamento alle discipline STEM, alla comunicazione delle competenze tecnologiche del gruppo e alle opportunità di formazione e lavoro, attraverso percorsi interattivi, simulazioni e attività ludiche guidate. In modo analogo, il Museo Nazionale del Cinema e Rai Cinema hanno sviluppato all'interno di The Nemesis una serie di percorsi di gamification ispirati a figure iconiche del cinema, come *Maciste*, finalizzati alla valorizzazione del patrimonio audiovisivo e al coinvolgimento di un pubblico giovane mediante missioni, quiz e ambienti narrativi tematici. In entrambi i casi, lo spazio virtuale assume la funzione di dispositivo esperienziale temporaneo e progettato, strutturato attorno a obiettivi narrativi, educativi o promozionali, piuttosto che quella di territorio da abitare o sviluppare in modo autonomo. Pur integrando elementi riconducibili all'economia Web3.0, come token e asset digitali utilizzati come sistemi di ricompensa e di engagement, The Nemesis

mantiene una governance centralizzata e una forte curatela editoriale delle esperienze. In questa prospettiva, la piattaforma si configura come un modello in cui la decentralizzazione risulta funzionalmente circoscritta alla dimensione economica, mentre l'organizzazione dello spazio e dell'esperienza resta ancorata a logiche centralizzate.

Se nei metaversi decentralizzati il periodo successivo alla mappatura è stato caratterizzato da una fase di ripensamento critico del modello fondato sulla valorizzazione della land come asset digitale - anche in relazione alla crisi del mercato NFT e alla fine della fase di hype speculativo (Alice, 2023)), l'evoluzione dei metaversi centralizzati segue una traiettoria differente e meno uniforme. In alcuni casi, l'evoluzione si traduce in un ampliamento delle funzioni economiche e infrastrutturali; in altri, in una riorganizzazione dell'offerta o in una stabilizzazione selettiva del posizionamento. In particolare:

- Nel caso di Roblox, l'evoluzione successiva alla mappatura non si traduce in un superamento della vocazione ludica che caratterizza strutturalmente la piattaforma, ma in una sua estensione funzionale. A partire da fine 2024, Roblox ha progressivamente rafforzato il proprio impianto economico integrando forme di commercio reale direttamente all'interno delle esperienze di gioco. L'introduzione delle *Roblox Commerce APIs*, sviluppate con partner come Shopify, consente infatti ai creator e ai brand di vendere beni fisici direttamente all'interno degli ambienti immersivi. Attraverso queste API, l'utente può scoprire un prodotto, interagire con esso in forma ludica o simulata nell'ambiente immersivo, e completare l'acquisto (del prodotto reale) senza uscire dalla piattaforma. In questo modo, Roblox supera il modello della semplice brand activation esperienziale o di spazio promozionale per il brand per aumentarne awareness e talkability, configurandosi come canale di social commerce immersivo pienamente integrato. Le sperimentazioni condotte da attori globali come Amazon, che ha lanciato marketplace temporanei per la vendita di prodotti fisici all'interno di esperienze narrative e stagionali, ed e.l.f. Beauty, che ha sviluppato vere e proprie sperimentazioni di cosmetica, mostrano come il gioco non venga sostituito dalla funzione commerciale, ma ne diventi il principale dispositivo di mediazione. La dimensione ludica continua a costituire l'architettura portante dell'esperienza, e la monetizzazione si innesta in modo organico nei flussi di interazione, esplorazione e personalizzazione già consolidati della piattaforma senza dover uscire da essa.

- Nel caso di Spatial, l’evoluzione successiva alla mappatura del biennio 2023–2024 segna il completamento di una trasformazione in atto: da piattaforma originariamente dedicata alla collaborazione professionale, Spatial ha consolidato nell’ultimo anno il suo orientamento commerciale. Sul piano marketing, Spatial ha superato la logica del semplice brand positioning introducendo forme di interactive storytelling. Un esempio di questo approccio è l'attivazione "phygital" di Absolut Vodka in occasione del Coachella 2024: attraverso lo Spatial SDK basato su Unity, il brand ha realizzato un digital twin della propria tenda al festival, integrando meccaniche di gamification (la raccolta di ingredienti per ricette virtuali) e premi digitali sotto forma di avatar collezionabili. In questo scenario, il metaverso non è più un'estensione passiva, ma un dispositivo di omnichannel engagement progettato per incrementare l'intenzione d'acquisto nel mondo reale. Parallelamente, Spatial ha professionalizzato la propria offerta espandendosi nei settori del Corporate Training e dell'Education. Nel primo caso, l'introduzione di AI NPC (personaggi non giocanti guidati da intelligenza artificiale) permette simulazioni di scenari reali e coaching personalizzato, con tassi di memorizzazione delle informazioni dichiarati superiori del 300% rispetto ai metodi tradizionali. Nel secondo caso, la piattaforma ha democratizzato la creazione di aule virtuali e laboratori interattivi tramite template "no-code" accessibili anche da dispositivi a basse prestazioni. Rispetto alla natura più marcatamente estetica rilevata nella mappatura, Spatial si è evoluto vero un sistema ibrido e multicanale, in cui la dimensione curatoriale è stata assorbita da una logica di servizio e utilità per i brand, aziende e istituzioni coinvolte nel campo della formazione.
- Nel caso di VRChat, l’evoluzione successiva alla mappatura non si traduce in un riposizionamento funzionale o commerciale della piattaforma, ma in un processo di formalizzazione selettiva di pratiche già presenti. Se durante il periodo di osservazione VRChat emergeva come un Metaverso fortemente community-driven, caratterizzato da co-creazione spontanea, culture-remix e da una marginalità strutturale della dimensione economica, gli sviluppi del 2025 introducono strumenti volti a rendere più sostenibile nel tempo tale ecosistema, senza alterarne l’impianto culturale di fondo.
  In particolare, l’introduzione del *VRChat Creator Economy Program* e dei *VRChat Credits* consente ai creator di monetizzare direttamente contenuti, mondi e forme di accesso privilegiato all’interno della piattaforma, internalizzando flussi economici che in precedenza avvenivano tramite canali esterni. Questa evoluzione non configura

VRChat come un ambiente orientato al commercio in senso stretto, ma come un sistema che tenta di stabilizzare economicamente pratiche relazionali e creative già consolidate. Sul piano esperienziale, VRChat continua a investire sul rafforzamento dell'embodiment avanzato e della presenza sociale, attraverso il supporto a tecnologie di face tracking, eye tracking e full-body tracking, che accentuano la dimensione performativa dell'avatar e la qualità della comunicazione non verbale. In questo contesto, il valore del Metaverso non risiede nella progettazione di esperienze guidate o nella monetizzazione dell'interazione, ma nella possibilità di abitare ambienti persistenti come spazi di relazione, introspezione e sperimentazione identitaria. Rispetto alla mappatura condotta, l'evoluzione del 2025 conferma dunque VRChat come un Metaverso a forte vocazione sociale e culturale, in cui la governance resta centralizzata, ma l'esperienza continua a essere costruita prevalentemente attraverso dinamiche bottom-up guidate dagli utenti e dalla vitalità delle community.

- A differenza di altre piattaforme centralizzate analizzate, Zepeto non presenta invece rispetto al periodo delle mappatura discontinuità infrastrutturali o riconfigurazioni del modello di business tali da modificare in modo sostanziale le traiettorie emerse. Questa relativa stabilità suggerisce un processo di consolidamento del posizionamento esistente, più che una fase di espansione o ristrutturazione.

Complessivamente, le dinamiche emerse dall'analisi evolutiva delle piattaforme osservate indicano come la tradizionale distinzione tra metaversi centralizzati e decentralizzati, pur restando rilevante sul piano tecnico e infrastrutturale, non sia più sufficiente a descrivere le configurazioni operative, culturali ed esperienziali assunte dagli ambienti immersivi contemporanei. I casi analizzati mostrano infatti una progressiva ibridazione dei modelli, in cui elementi di decentralizzazione economica, controllo editoriale, curatela dell'esperienza e partecipazione degli utenti si combinano in forme variabili e non riconducibili a categorie rigide.

Questa tendenza non riguarda esclusivamente le piattaforme incluse nella mappatura, ma si estende all'intero ecosistema metaversale, comprendendo anche ambienti non analizzabili attraverso il metodo adottato. In tali casi, l'eterogeneità dei modelli si manifesta attraverso direzioni evolutive differenti. Alcune piattaforme, come Horizon Worlds, si orientano verso un'integrazione ibrida tra ambienti immersivi, servizi professionali e socialità leggera, configurandosi sempre più come infrastrutture generaliste al servizio di pratiche collaborative e comunicative. Altre, come Fortnite Creative o Minecraft, evolvono

in direzione di ecosistemi ludici espansi, in cui la dimensione del gioco costituisce l'architettura portante entro cui si innestano eventi, creazione di contenuti e forme di monetizzazione indiretta.

Parallelamente, piattaforme come Upland o progetti Web3 land-based si collocano lungo una traiettoria orientata alla simulazione economica e alla territorializzazione, in cui il valore dell'esperienza risiede prevalentemente nella rappresentazione e nello scambio di asset piuttosto che nella socialità immersiva. In modo diverso, casi come Star Atlas (ancora in fase di early access) rappresentano una direzione ancora più radicale, in cui il Metaverso assume la forma di una promessa infrastrutturale e narrativa: l'idea di mondo persistente precede la disponibilità di spazi sociali effettivamente praticabili, configurando il Metaverso come orizzonte progettuale e discorsivo più che come ecosistema esperienziale già stabilizzato.

Nel loro insieme, queste traiettorie confermano come il Metaverso contemporaneo non possa essere compreso come un insieme coerente di mondi virtuali omogenei, ma come un campo frammentato di sperimentazioni, in cui coesistono modelli orientati all'esperienza, al servizio, al gioco, alla simulazione economica o alla costruzione di immaginari futuri. In questo senso, l'"oltre la dicotomia" non indica il superamento delle differenze tecniche tra sistemi centralizzati e decentralizzati, bensì la necessità di adottare un livello di analisi differente, capace di interrogare le logiche culturali, progettuali ed esperienziali che governano l'uso, la partecipazione e l'attribuzione di valore negli ambienti immersivi.

A partire da queste evidenze, la sezione seguente propone una sintesi teorica dei principali risultati emersi, finalizzata a individuare pattern ricorrenti, divergenze significative e implicazioni interpretative utili alla comprensione del Metaverso come fenomeno socio-tecnico e culturale, collocato all'interno di una fase storica ancora instabile e in continua ridefinizione.

3.5. Sintesi teorica dei risultati della mappatura comparativa

L'analisi condotta nel Capitolo 3 ha evidenziato come il Metaverso non corrisponda a una realtà unitaria o omogenea. Al contrario, la mappatura comparativa delle otto piattaforme esaminate restituisce un panorama fortemente eterogeneo, in cui ciascun ambiente virtuale si configura come un ecosistema distinto, con una propria struttura, finalità d'uso e grammatica d'interazione.

La prima evidenza significativa riguarda il s*uperamento della tradizionale dicotomia tra piattaforme centralizzate*, gestite da un'unica entità aziendale, *e piattaforme*

decentralizzate, fondate su tecnologie blockchain, modelli token-based o strutture DAO. Sebbene questa distinzione infrastrutturale rappresenti un elemento tecnico rilevante, l'analisi ha mostrato come essa non si traduca automaticamente in modelli differenti di apertura, partecipazione o agency da parte degli utenti. Al contrario, metaversi "formalmente decentralizzati" come *The Sandbox* e *Decentraland* si caratterizzano spesso per una centralizzazione funzionale: gli spazi virtuali risultano dominati da aziende o gruppi economicamente forti, che ne presidiano lo sviluppo territoriale e orientano l'esperienza verso logiche di scambio, investimento e valorizzazione finanziaria. Viceversa, piattaforme tecnicamente centralizzate come *VRChat* o *Zepeto* offrono un grado di libertà creativa e progettuale sensibilmente maggiore, consentendo agli utenti di costruire, modificare e condividere ambienti virtuali in modo relativamente autonomo, spesso all'interno di una cultura partecipativa non totalmente vincolata da obiettivi commerciali. In tal senso, si osserva un paradosso rilevante: la decentralizzazione tecnica non garantisce una maggiore apertura e democraticità di partecipazione, mentre piattaforme centralizzate si rivelano più favorevoli all'espressività e alla co-creazione diffusa secondo un paradigma di UGC.

Il secondo insight emerso dall'analisi riguarda la *varietà degli scopi che strutturano l'identità delle piattaforme immersive*. Sebbene i metaversi vengano spesso descritti come ambienti polifunzionali, l'osservazione comparativa ha evidenziato la presenza di vocazioni dominanti, che orientano le logiche d'uso e la costruzione dell'esperienza. In alcuni casi, come *Decentraland* o *The Sandbox*, tali ambienti si configurano esplicitamente come hub commerciali, finalizzati alla valorizzazione di asset digitali, alla promozione di brand o servizi e alla costruzione di economie virtuali. Le land ospitate da queste piattaforme sono spesso dedicate all'esposizione di NFT, alla compravendita di oggetti digitali o all'interazione con marchi noti, come nel caso degli spazi firmati *Binance*, *Adidas* o *Gucci*. In altri casi, invece, si osserva una prevalenza di finalità ludiche, sociali o simboliche, in cui il valore d'uso dell'esperienza supera il valore di scambio. Metaversi come *VRChat* o *Zepeto* privilegiano pratiche di gioco, narrazione partecipativa, creazione e customizzazione dell'avatar e interazione tra pari. In questi ambienti, la dimensione relazionale e identitaria assume un ruolo centrale, a fronte di un'impostazione economica più marginale. Ciò che l'analisi ha reso evidente è che questa diversità di finalità non corrisponde a una rigida distinzione tecnica o infrastrutturale, ma si esprime attraverso modelli culturali d'uso: ogni piattaforma propone una propria idea di valore, che può essere

esperienziale, simbolica o economica, e che struttura le forme di partecipazione e le aspettative degli utenti.

Il terzo risultato emerso riguarda *la relazione non univoca tra la presenza dei brand e le logiche di presidio attivate nei diversi ambienti immersivi*. Contrariamente a quanto si potrebbe ipotizzare, la visibilità di marchi e contenuti brandizzati non coincide necessariamente con la presenza di un'economia interna strutturata né con strategie dirette di monetizzazione. Al contrario, l'analisi ha evidenziato come il presidio da parte dei brand segua traiettorie differenziate, che spaziano dalla *promozione commerciale esplicita* alla *costruzione di visibilità simbolica o culturale*, non solo tra piattaforme diverse, ma anche all'interno di una stessa piattaforma. Nei metaversi a forte vocazione transazionale, come *Decentraland* e *The Sandbox*, i brand svolgono, in prevalenza, un ruolo strategico e formalizzato: sono integrati in logiche di vendita diretta, partecipano all'organizzazione dello spazio attraverso l'acquisto di land, e si inseriscono nelle economie virtuali tramite asset commerciabili come wearables, skin, NFT o token. In questi casi, l'ambiente immersivo si configura come punto vendita virtuale, spazio di engagement commerciale e laboratorio di sperimentazione per nuove forme di retail digitale.

In altri contesti, come *Zepeto* e *VRChat*, la presenza dei brand assume forme più fluide, non sistemiche, e in alcuni casi anche non autorizzate, difficilmente riconducibili a strategie transazionali strutturate. I marchi possono essere utilizzati come elementi estetici, identitari o simbolici, e diventano oggetto di pratiche di espressione personale. In tali ambienti, il brand viene spesso remixato, reinterpretato o riappropriato anche al di fuori di cornici ufficiali, dando luogo a fenomeni di *freebooting implicito*, nei quali loghi, prodotti o simboli iconici di un brand vengono riprodotti all'interno dei mondi virtuali senza autorizzazione formale.

La quarta e ultima evidenza, che si configura come una sintesi trasversale delle precedenti, riguarda la necessità di considerare i metaversi non soltanto come ambienti tecnici o sistemi economici, ma come *artefatti culturali specifici*, modellati da specifici immaginari, pratiche sociali e visioni del digitale. Ogni piattaforma osservata esprime, in modo implicito o esplicito, una propria idea di valore - che può essere di tipo economico, simbolico, sociale o ibrido - e attorno a questa idea costruisce le proprie regole di funzionamento, i formati di interazione, le possibilità di personalizzazione e le dinamiche di partecipazione. *Decentraland* e *The Sandbox*, ad esempio, articolano l'esperienza utente attorno alla valorizzazione economica e alla proprietà digitale, promuovendo logiche di investimento e

controllo dello spazio. *Zepeto* privilegia la rappresentazione estetica e identitaria, offrendo strumenti espressivi più che funzionali, mentre *VRChat* incentiva la socialità immediata e la costruzione collettiva di mondi simbolici. Queste differenze non si esauriscono nella scelta di un modello di business o di un'architettura tecnica, ma riflettono *culture digitali distinte*, che influenzano profondamente il modo in cui le persone si muovono, si rappresentano e attribuiscono senso all'esperienza immersiva. In questa prospettiva, comprendere le dinamiche dei metaversi contemporanei richiede di andare oltre l'analisi delle caratteristiche strutturali, per interrogare le grammatiche culturali che ne regolano l'uso e l'evoluzione. Solo adottando questo sguardo integrato - attento tanto alle dimensioni tecniche quanto a quelle simboliche e relazionali - è possibile cogliere la specificità di ciascuna piattaforma e il suo posizionamento nell'ecosistema mediale e socio-tecnologico del web 3.0.

In questo scenario si colloca il progetto sperimentale presentato nel Capitolo 4. L'esperienza in un supermercato VR, sviluppato ad hoc durante il percorso di dottorato, rappresenta un'occasione per testare - in modo controllato - le potenzialità e i limiti dell'interazione commerciale in ambienti virtuali. A differenza delle piattaforme analizzate, che si configurano come ecologie complesse e aperte, il modello proposto assume una struttura chiusa e intenzionalmente definita, costruita per isolare variabili e osservare con precisione le dinamiche dell'esperienza utente in un contesto di consumo immersivo. L'analisi si avvarrà di scale neuropsicologiche validate, prevedendo un confronto diretto con una esperienza d'acquisto su sito web, come baseline di riferimento.

CAPITOLO 4: Modello Sperimentale di Shopping Experience in VR

Il quarto capitolo introduce la dimensione empirica della ricerca, con l'obiettivo di testare in modo controllato l'impatto della realtà virtuale sulla shopping experience come possibile futura modalità di acquisto. La scelta di concentrarsi su questo ambito risponde a una prospettiva applicativa coerente con le attività di 2B Research, istituto di ricerca che ha cofinanziato il progetto e che da anni analizza i comportamenti di consumo in ottica B2C. L'esperimento consente di osservare in modo sistematico vantaggi e criticità della VR rispetto ai canali digitali tradizionali di acquisto, valutandone la capacità di incidere sui processi cognitivi, emotivi e comportamentali del consumatore. Il capitolo illustra la logica che ha guidato la progettazione del modello sperimentale, le variabili oggetto di analisi e la costruzione degli ambienti a confronto, per poi discutere i risultati ottenuti e le implicazioni che ne derivano per il futuro sviluppo delle esperienze di acquisto immersive.

4.1 Il modello sperimentale

Dopo aver definito le caratteristiche fondamentali del Metaverso (capitolo 1), analizzato le sue possibili applicazioni (capitolo 2) e aver indagato gli attuali sviluppi di metaversi decentralizzati e centralizzati (capitolo 3), il modello sperimentale qui proposto intende concentrarsi sull'impatto della realtà virtuale (VR) in uno specifico ambito di indagine: la customer shopping experience di beni di largo consumo (FMCG: Fast Moving Consumer Goods). Per indagare l'impatto della VR sulle dinamiche di acquisto, il progetto prevede un confronto diretto tra due condizioni:

- l'acquisto in un supermercato virtuale immersivo, tramite Oculus Quest 3 (VR)
- e la navigazione su un sito web realizzato tramite Wordpress (SITO WEB).

L'obiettivo è comprendere come la dimensione immersiva possa incidere sui processi cognitivi, emotivi e comportamentali del consumatore, esplorando così il potenziale trasformativo delle esperienze VR e la loro capacità di generare engagement, soddisfazione e, potenzialmente, incrementare la PI (Purchase Intention: si veda sezione 2.3).

Per realizzare un confronto diretta fra VR e navigazione Web è stato sviluppato un disegno sperimentale di tipo *within-subjects*: ogni partecipante (n=30) è stato cioè esposto a entrambe le condizioni (VR e SITO WEB). L'ordine di esposizione alle due condizioni è stato controbilanciato: metà del campione ha sperimentato prima la condizione VR e successivamente quella web, mentre l'altra metà ha seguito l'ordine inverso. Tale procedura di rotazione ha lo scopo di neutralizzare eventuali effetti di ordine legati alla sequenza delle esperienze, evitando che le valutazioni di una influenzino l'altra, e

viceversa. Al termine di ciascuna esperienza, i partecipanti hanno compilato una batteria di domande standardizzate, così da consentire in fase di analisi un confronto fra il percepito delle due modalità di acquisto.

Il supermercato virtuale, oggetto dell'esperienza VR, è stato sviluppato utilizzando il motore grafico Unity, con una modellazione dei singoli prodotti in Blender (si veda la sezione 4.3 per un maggiore approfondimento). L'ambiente riproduce un supermercato generico, non riconducibile a specifiche insegne della grande distribuzione organizzata (GDO), ma concepito per offrire un'esperienza di acquisto verosimile e immersiva. In parallelo, al fine di garantire la massima confrontabilità tra le condizioni sperimentali, è stato realizzato un sito e-commerce tramite piattaforma WordPress, popolato con lo stesso set di prodotti presenti nella versione VR. In entrambi i contesti, l'interazione è stata progettata per consentire agli utenti di esplorare liberamente l'ambiente, visualizzare i prodotti, selezionarli e inserirli nel carrello.

Il recruiting dei partecipanti è avvenuto in modalità online tramite la distribuzione di un modulo Microsoft Forms. Il modulo forniva una breve descrizione dell'esperienza sperimentale, chiarendo fin da subito la natura volontaria, gratuita e non retribuita della partecipazione. L'accesso alla sessione sperimentale era inoltre subordinato all'accettazione di un modulo di consenso informato, redatto nel rispetto del Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (Regolamento UE 2016/679, GDPR), che includeva anche un'espressa manleva per eventuali condizioni mediche incompatibili con l'utilizzo di tecnologie immersive.

L'intero protocollo sperimentale si è svolto in presenza presso la sede di via Sant'Agnese 2 dell'Università Cattolica del Sacro Cuore a Milano, all'interno di una sala dedicata, nel periodo Maggio-Luglio 2025, con due momenti distinti di field. I partecipanti, tutti maggiorenni, hanno preso parte singolarmente alla sessione sperimentale, affiancati dal ricercatore, secondo un protocollo strutturato della durata complessiva di circa sessanta minuti, che verrà di seguito analizzato.

Più in dettaglio, la sessione si apriva con un breve training tecnico della durata massima di cinque minuti, finalizzato a far acquisire familiarità sia con il visore Oculus Quest 3 sia con i comandi di base per interagire nell'ambiente virtuale.

Per semplificare la procedura, le istruzioni relative all'utilizzo del visore e dei comandi fondamentali (Figura 95a-95c) erano riportate direttamente nelle prime pagine del questionario, lo stesso che i partecipanti avrebbero poi compilato per valutare le due

esperienze sperimentali, tramite un laptop a loro fornito. Una volta lette le istruzioni a schermo in autonomia, i partecipanti si sottoponevano alla fase di training pratico, articolata in una serie di esercizi progressivi sotto la supervisione attiva dello sperimentatore.

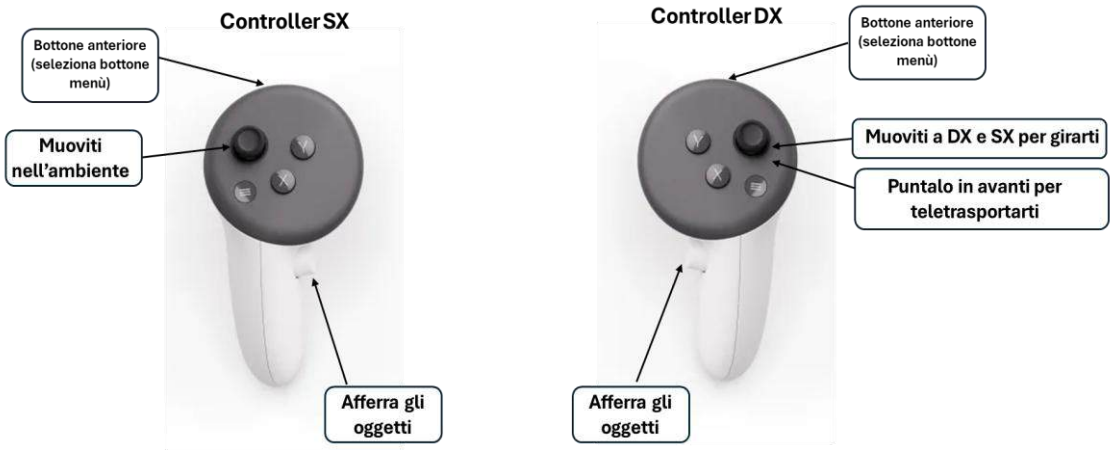


Figura 95a: Istruzioni parte I - comandi generali di movimento e prensione

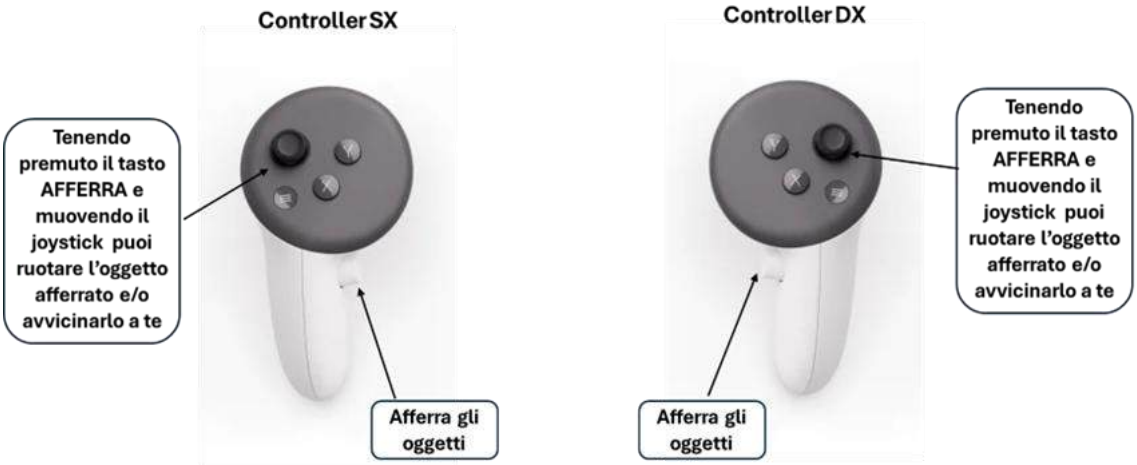


Figura 95b: Istruzioni parte II - manipolazione degli oggetti afferrati

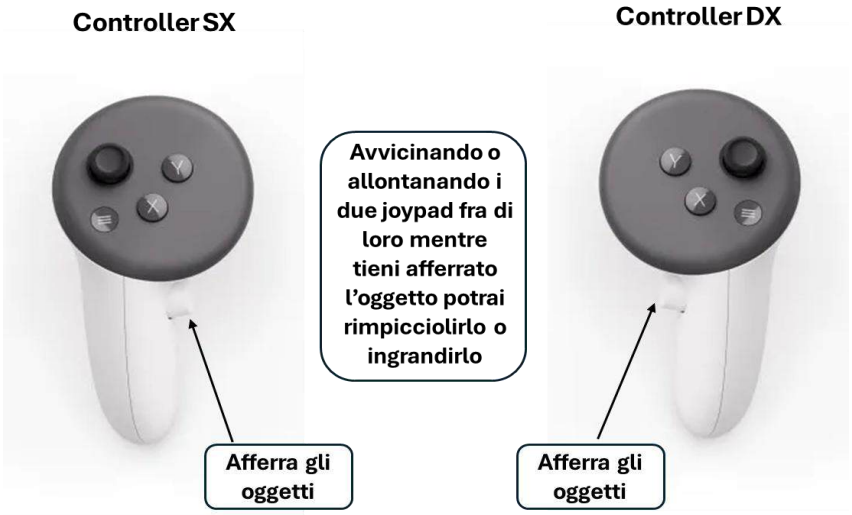


Figura 95c: Istruzioni parte III - modifica dimensioni oggetto afferrato

Questa fase di training aveva una duplice valenza: da una parte permettere una calibrazione personalizzata del visore (tensionamento dei cinturini e regolazione della distanza interpupillare), per garantire fin da subito una visione nitida e confortevole a ciascun partecipante, anche durante la successiva esplorazione immersiva del supermercato virtuale; dall'altra prevedere un'esclusione preventiva di soggetti non idonei, mediante il monitoraggio di eventuali sintomi quali nausea, vertigini o discomfort critico, con sospensione immediata in caso di necessità.

Il setting di prova VR consisteva in uno spazio neutro e privo di elementi distraenti, all'interno del quale i partecipanti potevano esercitarsi sui comandi fondamentali dell'Oculus Quest 3 letti tramite le apposite infografiche presentate - gli stessi che avrebbero poi utilizzato per l'esperienza di acquisto nel supermercato virtuale. L'ambiente è stato realizzato, senza ulteriori personalizzazioni, facendo ricorso al VR Core SDK 2023 di Unity, il pacchetto ufficiale per Meta Quest, che fornisce tutte le funzionalità base per la navigazione 3D, la manipolazione di oggetti e l'interazione con le interfacce. Durante la fase di training, i partecipanti si esercitavano con i seguenti comandi:

- Muoversi nello spazio mediante il joystick del controller sinistro
- Modificare la visuale spostando lateralmente il joystick del controller destro
- Teletrasportarsi nei punti indicati puntando il joystick del controller destro su dei punti predefiniti del terreno (punti di ancoraggio: Figura 96a - terza immagine)
- Afferrare un oggetto con la mano sinistra e, tramite il joystick del controller sinistro, avvicinarlo e ruotarlo nello spazio. La stessa procedura veniva ripetuta con il controller opposto (afferrare, avvicinare e ruotare l'oggetto interactable)
- Manipolare un oggetto con entrambe le mani, per ingrandirlo o ridurlo di dimensione;
- Selezionare una voce del menù attraverso il tasto anteriore del controller sinistro o destro

Di seguito degli esempi dell'ambiente VR di prova e di esecuzione dei comandi (Figura 96a).



Figura 96a: Training sperimentale in ambiente controllato per l'apprendimento dei principali comandi. Per un maggiore dettaglio si prenda visione del video al seguente LINK

L'esperienza (di training e quella immersiva del supermercato) si svolgeva all'interno di un'area di movimento protetta, precedentemente definita tramite una scannerizzazione tridimensionale dell'ambiente fisico, effettuata una sola volta all'inizio della fase sperimentale utilizzando le telecamere esterne del visore Oculus Quest 3. Questo spazio veniva memorizzato dal sistema e identificato come *guardian system*, con confini virtuali visibili nel display del visore (Figura 96a: cerchio blu intorno al partecipante visibile nell'ultimo box a destra). A ogni sessione, il visore riconosceva automaticamente questa configurazione predefinita, senza necessità di ulteriori scansioni.

In caso di avvicinamento ai limiti dell'area, un alert visivo (comparsa del cerchio) avvisava il partecipante, garantendo il rispetto delle condizioni di sicurezza. Il sistema interrompeva automaticamente la visualizzazione immersiva qualora il soggetto fosse uscito da questa "*safe-zone*". Si veda un maggiore dettagli del setting in Figura 96b.



Figura 96b: Setting sperimentale: davanti il pc usato dal respondent per la compilazione del questionario e la lettura delle istruzioni iniziali. In fondo il visore Oculus Quest 3, collegato al pc dello sperimentatore e sedia, su cui il soggetto si posizionava per la prima fase di calibrazione del visore, per poi alzarsi in piedi durante l'esperienza VR.

Per garantire che tutti i partecipanti iniziassero l'esperienza immersiva (compresa quella di training) dalla medesima posizione sia nell'ambiente fisico sia in quello virtuale, ciascuno di essi veniva fatto sedere su una sedia (Figura 96b: sedia rossa), posizionata esattamente al centro della *safe-zone*, identificata da un adesivo apposto sul pavimento. Questa procedura permetteva di ridurre la variabilità iniziale in termini di postura e altezza, stabilendo un punto di partenza uniforme per tutti. Da seduti, i partecipanti potevano compiere una prima esplorazione visiva dell'ambiente, ruotando la testa verso destra e sinistra per verificare la responsività del tracking dei movimenti del capo da parte del visore, prendendo confidenza con l'ambiente virtuale.

Una volta alzatisi (fisicamente dalla sedia), il sistema - avendo già registrato correttamente il livello del pavimento in fase di scansione iniziale - aggiornava automaticamente la posizione della *camera virtuale* in base all'altezza effettiva del soggetto, assicurando una visuale proporzionata rispetto agli oggetti e agli spazi virtuali circostanti. Solo a questo punto la sedia veniva rimossa, liberando completamente la *safe-zone* fisica intorno al partecipante per garantire la massima sicurezza. A quel punto il partecipante iniziava il training vero e proprio sui comandi principali del visore.

Per evitare una fuoriuscita dal perimetro della safe zone, gli spostamenti nel mondo virtuale erano mediati, come da istruzioni viste in precedenza, dall'uso del joystick del controller sinistro per il movimento continuo e da quello destro per le funzioni di teletrasporto in punti di ancoraggio definiti nell'ambiente. Questo sistema mediato dai controller garantisce piena autonomia di spostamento in qualsiasi direzione e punto dell'ambiente virtuale, pur mantenendo una posizione statica nel mondo reale, sempre entro i limiti del *guardian system*. Questo bilanciamento tra libertà di navigazione e controllo dello spazio fisico ha garantito un'elevata immersività in condizioni di piena sicurezza e standardizzazione metodologica.

Dal punto di vista tecnico, sia l'ambiente di training sia quello destinato alla simulazione d'acquisto VR sono stati caricati sul visore Oculus Quest 3 in formato APK, utilizzando l'applicazione *Meta Quest Developer Hub*. Questa piattaforma consente l'installazione di contenuti personalizzati in modalità sviluppatore, rendendo possibile l'esecuzione autonoma dell'intera esperienza immersiva all'interno del dispositivo stesso. L'intero processo di renderizzazione grafica era quindi gestito localmente dall'Oculus Quest 3, senza necessità né di connessione a internet né di hardware esterni a supporto del rendering. Questa configurazione tecnica costituisce un importante vantaggio in termini di replicabilità sperimentale, poiché elimina la dipendenza da computer ad alte prestazioni o

da schede video dedicate, rendendo l'esperienza virtuale stabile, accessibile e potenzialmente ripetibile in qualsiasi ambiente. Durante l'intera durata delle sessioni immersive, lo sperimentatore, grazie alla medesima applicazione, ha inoltre potuto monitorare ciò che ciascun partecipante visualizzava all'interno del visore grazie alla funzione di *Casting*. Il visore era perciò collegato via cavo (della lunghezza di 5 metri per consentire libertà di movimento al partecipante e una giusta distanza dallo sperimentatore), fornendo un mirroring in diretta della prospettiva dell'utente, rendendo possibile non solo un controllo costante del corretto funzionamento, ma soprattutto un supporto immediato in caso di difficoltà nella prima fase di training.

Il questionario on-line, implementato su Microsoft Forms, e in cui veniva proposte le prime istruzioni a schermo (Figure 95a-95b-95c), costituiva il perno operativo dell'intero protocollo sperimentale che verrà di seguito analizzato nelle sue differenti fasi (Tabella 97)

Fase	**Durata**	**Descrizione**
1] Training VR	5''	Familiarizzazione con l'ambiente e i comandi del visore
2] Profilazione	10''	Raccolta dati sociodemografici tramite Microsoft Forms
3] Esperienza A (VR o Web in base a rotazione)	5''+8''+12''	Svolgimento di un task specifico (massimo 5'') + Esplorazione autonoma dell'ambiente e simulazione d'acquisto (8'') e successiva risposta a domande dedicate su Forms (12'')
4] Esperienza B (VR o Web in base a rotazione)	5''+8''+12''	Svolgimento di un task specifico (massimo 5'') + Esplorazione autonoma dell'ambiente e simulazione d'acquisto (8'') e successiva risposta a domande dedicate su Forms (12'')

Tabella 97: Modello field sperimentale

Tutte le indicazioni operative, necessarie alla corretta esecuzione del training VR, erano contenute, come visto, direttamente all'interno del questionario. Dopo aver letto in autonomia le istruzioni a schermo, il partecipante si alzava dalla postazione, indossava il visore (sedendosi sulla sedia posta nella safe zone), e lo sperimentatore avviava la sessione di prova. In quel momento veniva impostato un timer di cinque minuti, la cui durata non era comunicata esplicitamente al soggetto, così da garantire una familiarizzazione controllata con l'ambiente immersivo senza introdurre condizionamenti nella percezione del tempo.

Il training si concludeva solo al completamento corretto di tutte le azioni previste e tutti i partecipanti hanno completato le task entro il limite di tempo massimo (5’’). Al termine della sessione di training prima discussa, il partecipante ritornava alla postazione iniziale, dove il questionario Microsoft Forms, rimasto aperto sul laptop fornito dallo sperimentatore al soggetto (si veda Figura 96b: pc posto in primo piano), proponeva una serie di domande di *profilazione*.

Il modulo prevedeva una prima identificazione anagrafica (nome e cognome, non utilizzati ai fini dell’analisi ma necessari per verificare la corretta registrazione delle risposte del partecipante), e proseguiva con la rilevazione del genere, dell’età e della composizione del nucleo abitativo. Venivano poi indagate le abitudini di acquisto alimentare, dal livello di coinvolgimento nella spesa alimentare del proprio nucleo familiare, alle catene della GDO frequentate negli ultimi sei mesi, con un approfondimento successivo su modalità di acquisto online per beni di largo consumo (consegna a domicilio o ritiro presso locker). A seguire, veniva rilevata la frequenza d’acquisto per una serie di categorie merceologiche (es. elettronica, moda, cura della persona, tempo libero, prodotti per animali, fai-da-te), con l’obiettivo di misurare il grado di esposizione e familiarità con i canali digitali negli acquisti di categorie merceologiche diverse dai FMCG.

La sezione proseguiva con un blocco dedicato all’esperienza pregressa con la realtà virtuale, in cui si chiedeva al partecipante di indicare con quale frequenza avesse già sperimentato ambienti immersivi, attraverso visori dedicati (es. Oculus Quest o dispositivi analoghi), distinguendo tra un uso abituale, occasionale, sporadico o prima esperienza. Le risposte raccolte permettevano di collocare il partecipante lungo un continuum di familiarità con questi sistemi immersivi.

La parte di profilazione si concludeva con una scala standardizzata finalizzata a misurare l’atteggiamento verso le tecnologie immersive. Il set di domande, riadattate dal modello Technology Acceptance Model (F. D. Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003), si basa su una scala di risposta Likert a 7 punti, in cui 1 indica “fortemente in disaccordo” e 7 “fortemente d’accordo”. I partecipanti erano così invitati a esprimere il proprio grado di agreement con dieci affermazioni, di seguito riportate:

A. *Imparare a utilizzare la realtà virtuale sarebbe facile per me*
B. *La mia interazione con la realtà virtuale è chiara e comprensibile*
C. *Sarebbe facile per me diventare abile nell'uso della realtà virtuale*
D. *Trovo che la realtà virtuale sia facile da usare*
E. *Usare la realtà virtuale migliorerebbe il mio apprendimento*

F. *Usare la realtà virtuale aumenterebbe la mia produttività*
G. *Usare la realtà virtuale aumenterebbe la mia efficacia*
H. *Trovo che la realtà virtuale sia molto utile*
I. *Ho intenzione di usare la realtà virtuale in futuro*
J. *Ritengo possibile utilizzare la realtà virtuale per attività future*

Gli item sono stati successivamente riorganizzati in fase di analisi per il calcolo di tre fattori latenti identificati dagli autori: la Perceived Ease of Use (facilità di utilizzo, derivata dalla media degli item A, B, C, D), la Perceived Usefulness (utilità percepita, come media degli item E, F, G, H), e l'Intention to Use (intenzione d'uso: media degli item I, J).

Al termine della fase di profilazione, i partecipanti venivano equamente assegnati a una delle due rotazioni sperimentali previste dal disegno *within-subjects* (Condizione 1: esperienza VR seguita dall'esperienza Web; Condizione 2: esperienza Web seguita dall'esperienza VR). Per gestire la corretta alternanza tra le due condizioni, è stato implementato un sistema di diramazione condizionata all'interno del questionario. Sebbene la struttura lineare del modulo presentasse infatti prima la sezione dedicata all'esperienza immersiva e poi quella relativa al sito Web, il flusso di compilazione veniva dinamicamente adattato in base alla rotazione assegnata, senza modificare l'ordine fisico delle pagine. Questo è stato possibile grazie a una combinazione di domande a scelta vincolata e logiche di salto (forward e backward), articolate in tre punti di controllo (bivii), distribuiti in sezioni strategiche del questionario. In questo modo, ogni partecipante accedeva alle due esperienze nell'ordine previsto, garantendo la piena aderenza al disegno sperimentale. Si veda uno schema riassuntivo in Tabella 98.

BIVIO	**Posizione nel questionario (struttura fisica)**	**Comportamento Condizione 1 (VR → Web)**	**Comportamento Condizione 2 (Web → VR)**
BIVIO 1	Al termine della pagina di profilazione	Il partecipante prosegue in modo lineare alla pagina successiva, dedicata all'esperienza VR	Il partecipante viene indirizzato tramite salto logico (jump) alla pagina dedicata all'esperienza Web
BIVIO 2	Al termine della pagina dedicata all'esperienza VR	Il modulo prosegue linearmente verso la sezione successiva (esperienza Web), completando così la seconda fase prevista	Il modulo esegue un salto diretto verso la pagina finale di chiusura del questionario, poiché entrambe le condizioni previste sono state completate

BIVIO	Posizione nel questionario (struttura fisica)	Comportamento Condizione 1 (VR → Web)	Comportamento Condizione 2 (Web → VR)
BIVIO 3	Al termine della pagina dedicata all'esperienza Web	Il questionario prosegue linearmente verso la schermata conclusiva e chiude il percorso	Il modulo esegue un salto retroattivo (back-jump) verso la sezione precedentemente saltata dedicata all'esperienza VR, da affrontare come seconda condizione

Tabella 98: Sistema di branching per diramazione in due flussi a seconda della condizione sperimentale

Più in dettaglio:

- Il primo punto di diramazione si collocava al termine della pagina di *profilazione*. In quel momento, il partecipante veniva invitato a chiedere allo sperimentatore quale fosse la rotazione assegnata. Se assegnato alla Condizione 1, il modulo proseguiva linearmente alla pagina VR, se assegnato alla Condizione 2, il sistema eseguiva un salto diretto alla sezione di esperienza Web, saltando inizialmente la pagina dedicata alla prova e valutazione del Supermercato VR.
- Il secondo punto di diramazione era posto al termine della pagina *VR*. Per la Condizione 1, il modulo proseguiva normalmente con la pagina Web; per la rotazione 2, in cui la sezione VR rappresentava la seconda esperienza, il sistema non procedeva oltre e indirizzava il partecipante direttamente alla schermata finale di chiusura del questionario, evitando la ripetizione della sezione Web già completata.
- Il terzo e ultimo punto di diramazione si trovava al termine della pagina *Web*. Nella Condizione 1 ciò corrispondeva alla conclusione del protocollo sperimentale, e il modulo proseguiva linearmente verso la chiusura. Nella rotazione 2, invece, il sistema eseguiva un salto backward (all'indietro) verso la sezione VR, che era stata inizialmente bypassata, consentendo così di completare la seconda esperienza prevista dalla condizione 2. Il bivio impostato per la condizione 2 alla fine della pagina *VR* (bivio 2) eseguiva poi un jump verso la chiusura, poiché l'esperienza Web era già stata effettuata.

In corrispondenza di ciascuno dei tre bivii, il sistema prevedeva l'intervento esplicito dello sperimentatore, il quale forniva l'indicazione necessaria per l'opzione corrispondente da selezionare nel modulo. Questa procedura ha garantito l'esatto instradamento del rispondente lungo il flusso previsto dal disegno sperimentale, evitando qualsiasi errore di sequenza nella somministrazione e valutazione delle esperienze. Una volta compreso il flusso operativo, dalla prima fase di training, alla profilazione socio-demografica, al processo di branching, verranno ora analizzate le due condizioni VR e WEB, nel dettaglio.

La pagina dedicata all'esperienza immersiva e quella relativa alla navigazione web erano costruite secondo la medesima logica sequenziale che combinava istruzioni operative, compito vincolato, fase libera di esperienza e momento finale di valutazione tramite domande dedicate. Il testo riportato di seguito, inserito integralmente all'interno del questionario, costituiva la traccia che il partecipante leggeva prima di iniziare l'esperienza nel supermercato VR.

VALUTAZIONE ESPERIENZA [VR] INTRODUZIONE

🛒 **Esperienza nel supermercato virtuale**. Adesso ti porteremo all'interno di un supermercato virtuale. Ci sarà un primo momento di prova, utile per prendere confidenza con l'ambiente e per svolgere un compito specifico. Una volta conclusa questa fase, avrai a disposizione un tempo dedicato per effettuare liberamente i tuoi acquisti. Per qualsiasi dubbio o necessità, lo sperimentatore sarà sempre a disposizione per aiutarti.

💂 **Spiegazione generale dell'esperienza.** Nel supermercato virtuale troverai 7 stanze, ognuna dedicata a una diversa categoria di prodotti. I comandi sono gli stessi già usati nella fase precedente di prova del visore. Potrai muoverti liberamente oppure teletrasportarti usando i punti di ancoraggio presenti sul pavimento. Ogni prodotto sugli scaffali può essere afferrato, ruotato, rimpicciolito o ingrandito.

🛒 **Regole per il conteggio della spesa**: i prodotti inseriti nei carrelli trasparenti con il simbolo del carrello saranno conteggiati nella tua spesa; i prodotti inseriti nel carrello rosso o appoggiati altrove non saranno conteggiati.

🖴 **Controllo della spesa**: davanti a te troverai un pannello di controllo. Da qui potrai visualizzare la tua spesa, premere "Vai alla cassa" per essere teletrasportato direttamente alla cassa, oppure "Torna al supermercato" per rientrare nella stanza centrale.

🎯 **Fase di prova (lo sperimentatore avvia un timer interno)**. Ti verrà chiesto di acquistare un pacco di pasta a tua scelta, inserirlo nel carrello trasparente e recarti alla cassa utilizzando il pannello di controllo.

Fase libera di acquisto. Una volta conclusa la fase di prova potrai esplorare liberamente tutte le stanze del supermercato virtuale e acquistare ciò che desideri. Lo sperimentatore ti avviserà quando il tempo a tua disposizione sarà terminato.

Per la condizione immersiva, l'esperienza iniziava quindi con una breve fase di training supervisionato per poi procedere con un'esplorazione libera dell'ambiente. Il compito (training) richiedeva al partecipante di recarsi nella stanza dedicata alla pasta, afferrare un pacco a propria scelta, inserirlo nel carrello trasparente posto davanti alla scaffalatura e recarsi alla cassa tramite l'apposito pannello di controllo. La task specifica aveva lo scopo di verificare la corretta padronanza di tutti i comandi da parte del partecipanti, gli stessi visti e provati nel training: dal movimento continuo, al teletrasporto, dal grab di oggetti (prodotti) alla selezione di menù di un pannello che seguiva il soggetto durante tutta la permanenza nell'ambiente VR. La durata massima della pre-task era fissata a cinque minuti (con timer usato dallo sperimentatore e non comunicato al soggetto), ma per tutti i partecipanti è stata interrotta anticipatamente al completamente del compito.
Concluso il training di acquisto, lo sperimentatore comunicava verbalmente l'avvio della fase di esplorazione autonoma in cui il soggetto poteva acquistare, manipolare i prodotti e muoversi liberamente fra le sette stanze del supermercato VR. La durata di otto minuti, regolata da apposito timer, non è stata comunicata al partecipante essendo una variabile oggetto di studio del modello sperimentale. Al termine della fase di esplorazione libera, il partecipante, dopo aver tolto il visore, veniva invitato a tornare alla propria postazione pc, e a compilare una batteria strutturata di domande, che verranno discusse successivamente (sezione 4.2).

Nel caso della esperienza su sito Web le istruzioni riportate erano le seguenti:

VALUTAZIONE ESPERIENZA [SITO WEB] INTRODUZIONE

Navigazione del sito web del supermercato. Adesso ti chiederemo di utilizzare il sito web di un supermercato che non hai mai visto prima.

Apri il link: https://www.2tell.it/supermercato/

Cosa puoi fare nel sito: nella pagina principale puoi esplorare le diverse categorie di prodotto; cliccando sul nome della categoria potrai visualizzare tutti i prodotti corrispondenti; nel menù è presente la sezione "TUTTI I PRODOTTI",

dove puoi ordinare gli articoli per prezzo crescente o decrescente; nella sezione CARRELLO potrai visualizzare il riepilogo dei prodotti acquistati.

🎯 **Cosa ti chiediamo di fare**: inizia acquistando un pacco di pasta a tua scelta e inseriscilo nel carrello. Successivamente potrai esplorare liberamente il sito e acquistare i prodotti che desideri. Lo sperimentatore ti comunicherà quando l'esperienza sarà terminata. Per qualsiasi dubbio sarà sempre a tua disposizione.

🛍️ **Fase libera di acquisto**: una volta conclusa la prova iniziale potrai esplorare liberamente il sito web ed effettuare tutti gli acquisti che vorrai. Lo sperimentatore ti avviserà quando il tempo a tua disposizione sarà terminato.

L'esperienza web seguiva la stessa logica procedurale prevista per la condizione immersiva. Anche in questo caso, l'interazione si articolava in due fasi: una prima fase di *training guidato*, in cui al partecipante veniva richiesto di selezionare un pacco di pasta, aggiungerlo al carrello e accedere al riepilogo (entro un tempo massimo di 5 minuti rispettato da tutti i partecipanti); e una seconda fase di *esplorazione libera* del sito della durata di 8 minuti. Tutta la procedura si svolgeva sul laptop fornito al partecipante (Figura 96b), lo stesso utilizzato per la compilazione del questionario in Microsoft Forms. Il sito web era accessibile dalla seconda tab del browser in modalità *preview* (tramite pannello di controllo WordPress), priva di funzionalità di pagamento (inserimento di carta di credito), autenticazione o raccolta dati, e utilizzata esclusivamente a scopo simulativo. La navigazione avveniva in modalità full screen, senza visualizzazione dell'orologio di sistema né altri riferimenti temporali, per non influenzare la percezione di tempo e durata.
Il sito è stato progettato per riprodurre in modo fedele le caratteristiche di un classico e-commerce della GDO, con una struttura a categorie merceologiche, e con il medesimo set di prodotti presenti nel supermercato VR, per massimizzare la confrontabilità fra le condizioni.
Al termine dell'esplorazione, i partecipanti tornavano al questionario, rimasto aperto nella prima tab del browser, per completare la batteria di domande di valutazione dell'esperienza. Questa impostazione ha reso possibile un confronto rigoroso e metodologicamente solido tra le due condizioni tanto nel loro svolgimento quanto nella fase di valutazione, quest'ultima realizzata tramite apposite scale di valutazione che saranno ora analizzate.

4.2 Scale di Misurazione e Ipotesi di Ricerca

La presente sezione è dedicata agli strumenti di misurazione utilizzati per la valutazione delle due condizioni sperimentali - realtà virtuale (VR) e navigazione del sito (SITO WEB). Le scale adottate sono state selezionate a partire da modelli teorici e ricerche consolidate in ambito neuropsicologico ed ergonomico, con particolare attenzione alla misurazione di costrutti rilevanti per la consumer experience in contesti digitali e immersivi.

Nella prima sezione (4.2.1) saranno presentate in dettaglio le dimensioni esplorate, la struttura delle scale, le modalità di somministrazione e i criteri di computazione dei fattori latenti. Successivamente (sezione 4.2.2) saranno esposte le ipotesi di ricerca formulate a partire dal quadro teorico discusso nei capitoli precedenti.

Le ipotesi riflettono il duplice obiettivo del presente studio: da un lato, valutare l'impatto soggettivo delle esperienze digitali in termini di coinvolgimento, soddisfazione, facilità d'uso e risposta emotiva; dall'altro, analizzare il contributo specifico dell'ambiente immersivo alla percezione della durata, al carico cognitivo e alla propensione all'acquisto.

4.2.1 Scale di misurazione comuni e specifiche per VR e SITO WEB

In entrambe le condizioni sperimentali - immersiva (VR) e non immersiva (SITO WEB) - l'esperienza vissuta dai partecipanti è stata valutata tramite un corpus di domande standardizzate comuni. Nello specifico, la percezione del tempo, la stima della durata, la difficoltà percepita, la soddisfazione, l'intention to use e la purchase intention sono state rilevate tramite singoli item.

La User Experience, il Self-Assessment Manikin, il NASA Task Load Index e la scala di Presence (solo per VR) sono state invece somministrate sotto forma di batterie multi-item (Question Grid), ciascuna articolata in sottodimensioni latenti computate secondo i modelli fattoriali previsti dagli autori.

A chiudere la valutazione, nella sola condizione immersiva, è stata inserita una domanda a risposta aperta finalizzata a raccogliere impressioni qualitative relative agli aspetti percepiti come più convincenti o problematici. Le misure adottate sono di seguito riepilogate:

Question #	Scala	VR	SITO WEB	Modalità di risposta
Q12a	Time Perception	☑	☑	Domanda singola (SCALA LIKERT 1-7)
Q12b	Duration Estimation	☑	☑	Inserimento numerico (SCALA 1-60)
Q12c	Difficoltà Percepita	☑	☑	Domanda singola (SCALA LIKERT 1-7)
Q12d	Soddisfazione	☑	☑	Domanda singola (SCALA LIKERT 1-7)
Q12e	Intention to Use	☑	☑	Domanda singola (SCALA LIKERT 1-7)
Q13 [a-h]	User Experience	☑	☑	Question grid (SCALA LIKERT 1-7)
Q14 [a-c]	Scala Manikin	☑	☑	Question grid (SCALA LIKERT 1-9)
Q15 [a-f]	NASA Task Load Index	☑	☑	Question grid (SCALA LIKERT 1-7)
Q16 [a-s]	Presence	☑		Question grid (SCALA LIKERT 1-7)
Q17	Feedback sull'esperienza	☑		Domanda aperta
Q18	Purchase Intention	☑	☑	Domanda singola (SCALA LIKERT 1-7)

Tabella 99: Riepilogo domande valutazione esperienza VR e SITO WEB

Tutte le domande singole utilizzate per la valutazione dell'esperienza - ad eccezione della misura di *Duration Estimation* (espressa in minuti) - sono state formulate su scala Likert a 7 punti, da 1 (il minimo) a 7 (massimo). Questa scelta risponde a molteplici necessità:

- Consente in primo luogo di cogliere con maggiore precisione le sfumature dell'esperienza soggettiva, offrendo al tempo stesso un numero di opzioni che non risulti eccessivo o confusivo per il partecipante (Joshi et al., 2015).
- La presenza di un punto centrale (valore 4) permette inoltre di esprimere una posizione neutra, evitando di forzare una risposta in senso positivo o negativo, come avviene ad esempio con scale a quattro punti.
- Dal punto di vista statistico, l'impiego di scale a 7 punti consente inoltre un trattamento delle variabili sia in termini ordinali, ossia percentuali di selezione di ciascun item, sia il calcolo di medie e indici di variabilità (SD: Standard Deviation), usate per i confronti inferenziali fra le due condizioni e per il calcolo di correlazionali e regressioni.
- Questa scelta metodologica garantisce infine coerenza con il formato già previsto per le batterie validate in modalità Question grid, come lo User Experience Questionnaire, il NASA Task Load Index e la scala di Presence, tutte originariamente strutturate su scale Likert 1-7. Per quanto concerne il Self-Assessment Manikin, è stata invece mantenuta la formulazione originale a 9 punti, in linea con il modello teorico proposto dagli autori (Bradley e Lang, 1994), che gode in ogni caso di tutte le proprietà delle prima descritte.

La costruzione del blocco valutativo , come si evince dal riepilogo (Tabella 99) ha seguito una progressione metodologica e di valutazione dal generale al particolare, articolata in tre fasi distinte ma complementari.

- In apertura, le domande Q12a-Q12e hanno raccolto valutazioni sintetiche "a caldo". Queste misure hanno permesso di valutare in modo rapido l'impatto iniziale dell'interazione, prima che l'attivazione cognitiva legata all'analisi più approfondita potesse modificarne la percezione.
- A seguire, le domande Q13-Q16 hanno introdotto una fase di approfondimento strutturato, esplorando in modo sistematico i diversi costrutti sottesi all'esperienza digitale - user experience, risposta emotiva, carico cognitivo/fisico/generale e senso di presenza.
- Soltanto dopo questa fase analitica, in chiusura, sono state somministrate le domande Q17 e Q18. Il loro posizionamento finale riflette una scelta metodologica precisa. La domanda aperta (Q17), prevista solo per la condizione immersiva (VR), consente al partecipante di esprimere liberamente il proprio vissuto, evidenziando punti di forza e criticità non catturabili dalle scale strutturate. Inserita dopo le batterie standardizzate, evita che la rielaborazione discorsiva dell'esperienza influenzi le valutazioni precedenti. La domanda sulla purchase intention (Q18), infine, mira a rilevare una dimensione prospettica, ossia l'impatto sulla Purchase Intention, aspetto strettamente legato alla verticalità della esperienza proposta.

Sarà ora proposto un deep dive sulle singole scale di misurazione.

La rielaborazione "a caldo" dell'esperienza (Q12a-e) ha inizio con una valutazione della dimensione temporale lungo due dimensioni: una di tipo qualitativo, relativa al tempo percepito ("*Q12a) Pensando alla tua esperienza, quanto è durato l'evento che hai appena vissuto? Ti ricordiamo di considerare soltanto dal momento in cui hai potuto esplorare il supermercato ed effettuare acquisti in maniera libera" (scala da 1 "molto breve" a 7 "molto lungo"*), affiancata a una valutazione di stampo quantitativo/numerico della durata in minuti (*"Q12b) Pensando alla tua esperienza, quanti minuti pensi sia durata l'esperienza? Inserisci un valore numerico intero [minimo 1; massimo 60]"*). L'inserimento congiunto di una stima qualitativa (tempo) e quantitativa (durata) approfondisce un punto nodale delle esperienze digitali, in particolari di quelle immersive. La letteratura in ambito psicologico e cognitivo (Ivry & Schlerf, 2008) evidenzia infatti come il coinvolgimento soggettivo, la concentrazione e il grado di immersione siano

strettamente associati a fenomeni di distorsione temporale, per cui un'esperienza può essere vissuta come significativamente più breve o più lunga rispetto alla sua effettiva durata. Il primo focus di indagine è quindi orientato a comprendere se la realtà virtuale abbia generato uno stato di coinvolgimento profondo (flow (Csikzentmihaly, 1990)) e di effettivo *distacco sensoriale* con l'ambiente "reale", tale da determinare una differente percezione di tempo (soggettivo) e durata (oggettiva) dell'esperienza rispetto alla navigazione web, pur a parità di effettiva durata (8 minuti).

Tale tempistica è stata definita con un triplice obiettivo:

- da un lato, offrire un tempo di esplorazione adeguato alla complessità dell'ambiente VR;
- dall'altro, evitare che l'esperienza Web potesse risultare eccessivamente prolungata o poco stimolante;
- garantendo infine una durata complessiva dell'intera sessione sperimentale non superiore ai 60 minuti, per evitare una eccessiva fatigue dei partecipanti.

Le misure relative alla *difficoltà percepita* (Q12c) e alla *soddisfazione complessiva* (Q12d) approfondiscono ulteriormente l'esperienza utente. Se la prima (Q12c) consente di rilevare possibili complessità e problematicità legate al processo di acquisto, la seconda (Q12d) mira a cogliere il valore soggettivo attribuito all'esperienza nel suo complesso. Ai partecipanti è stato quindi chiesto: *"Q12c) Quanto hai trovato difficile l'esperienza che hai appena fatto?" (scala da 1 = "Per niente difficile" a 7 = "Estremamente difficile")* e *"Q12d) Quanto sei soddisfatto dell'esperienza che hai appena vissuto?" (scala da 1 = "Per niente soddisfatto" a 7 = "Estremamente soddisfatto")*.

Queste due variabili assumono una notevole rilevanza nella loro analisi combinata, definendo un trade-off sintetico per l'effettiva adozione di una nuova tecnologia (F. D. Davis, 1989). La difficoltà percepita permette infatti di esplorare il livello di accessibilità e usabilità del sistema, nonché la presenza di eventuali barriere operative che potrebbero ostacolarne l'uso; la soddisfazione, d'altro canto, riflette una valutazione globale e integrata, che combina aspetti funzionali, emozionali e percettivi: un indicatore sintetico della qualità complessiva dell'interazione. L'analisi congiunta di questi due costrutti consente dunque di distinguere tra esperienze complesse ma gratificanti ed esperienze semplici ma poco coinvolgenti.

L'ultima misura monadica inclusa nel blocco iniziale (Q12e) rileva infine l'*intenzione d'uso futura* (per la navigazione web la domanda funge da benchmark di confronto per

comprendere l'effettiva intention to use dei sistemi immersivi (F. Yang et al., 2022; Xi et al., 2024)). Ai partecipanti è stato quindi chiesto: *"Q12e) In merito alla tua esperienza. Quanto sei disposto a utilizzare nuovamente questa tecnologia/sistema in futuro? (Scala da 1 = "Per niente disposto" a 7 = "Estremamente disposto")"*.

Diversamente dalle misure più legate all'impatto immediato, l'intenzione d'uso rappresenta una forma di valutazione riflessiva e prospettica, ma comunque correlata ai due aspetti prima menzionati (difficoltà e soddisfazione). La sua collocazione prima delle scale neuropsicologiche a matrice (Q13-Q16) non è casuale. Anticipare questa domanda consente infatti di ridurre il rischio che la valutazione venga influenzata da considerazioni specifiche sulla qualità dell'interfaccia, sul carico cognitivo o sulla sensazione di presenza, restituendo una misura più "pura" della predisposizione all'adozione futura.

A conclusione della sezione valutativa (successivamente alle scale neuropsicologiche), sono state introdotte le domande Q17 e Q18, di seguito riportate:

- *"Q17) Come penultima domanda vorremmo che ci raccontassi in questo box di testo la tua opinione generale in merito all'esperienza VR che hai appena vissuto. Come la ritieni rispetto a una più classica navigazione di un sito web? Quali sono le cose che ti hanno colpito e convinto? Quali sono invece gli aspetti che non ti hanno convinto o per cui hai trovato difficoltà?"*
- *"Q18) Quanto questa esperienza ti ha invogliato a fare acquisti? (Scala da 1 = "Per niente" a 7 = "Moltissimo")"*.

La domanda aperta (Q17: solo VR) permette la raccolta di feedback qualitativi che arricchiscono la lettura dei dati quantitativi. La domanda sulla purchase intention (Q18), invece, si distingue per la sua natura applicativa e verticale come prima discusso. A differenza, infatti, dell'intenzione d'uso generale, rilevata in Q12e, qui si indaga in modo diretto se e in che misura l'esperienza vissuta - collocata in uno scenario simulato di customer journey di beni di largo consumo - abbia influito sulla predisposizione ad acquistare (Dash et al., 2021; L. Zhang et al., 2024). L'obiettivo finale della ricerca non è infatti solamente quello di valutare l'apertura verso una nuova modalità di shopping, ma anche il suo potenziale impatto sulla frequenza e quantità degli acquisti (J. Liu & Zhang, 2024): un'informazione rilevante e di tipo strategico per i brand, per stimare l'effettivo ritorno economico di sviluppo di ambienti immersivi in termini di conversione e performance commerciale. La domanda finale è quindi volta a comprendere se e in che misura un'esperienza VR ad alta immersività ed interazione possa indurre a una maggiore

spesa da parte degli acquirenti, giustificando i costi e l'effort di sviluppo di ambienti virtuali.

Saranno ora indagate le scale di valutazione di stampo neuropsicologico per comprenderne non solo la loro struttura generale, ma soprattutto la loro funzione nel confronto inferenziale di performance fra VR e SITO WEB (sezione 4.4.3). Le domande Q13a-Q13h (UEQ-S: User Experience Questionnaire - Short version) hanno l'obiettivo di rilevare in modo rapido e comparabile i diversi aspetti della qualità dell'esperienza utente (Bisset Delgado, 2022; Tcha-Tokey et al., 2016). L'istruzione fornita ai partecipanti era la seguente: "*Q13) Ti chiediamo ora di valutare la tua esperienza [VR/WEB] utilizzando i seguenti parametri. Per ogni coppia di termini, indica su una scala da 1 a 7 quanto ritieni che l'esperienza si avvicini a uno dei due estremi. Se la tua esperienza è più vicina al termine di sinistra, scegli un valore più basso; se è più vicina al termine di destra, scegli un valore più alto*"

Item	Domanda	Costrutto valutato
A	Quanto l'interfaccia o il sistema ti hanno supportato nel completamento del compito? Ostruente [1] - Supportivo [7]	Supporto al compito **Qualità Pragmatica**
B	Quanto è stato semplice utilizzare il sistema? Complicato [1] - Facile [7]	Usabilità e semplicità d'uso **Qualità Pragmatica**
C	Quanto velocemente e senza sforzo sei riuscito a completare le attività? Inefficiente [1] - Efficiente [7]	Efficienza e rapidità nel completamento **Qualità Pragmatica**
D	Quanto era chiara l'interfaccia o l'esperienza? Confusa [1] - Chiara [7]	Chiarezza dell'interfaccia **Qualità Pragmatica**
E	Quanto hai trovato interessante e stimolante l'esperienza? Non interessante [1] - Interessante [7]	Grado di interesse ed engagement **Qualità Edonica**
F	Quanto è stata coinvolgente e attrattiva l'esperienza? Noiosa [1] - Coinvolgente [7]	Coinvolgimento emotivo **Qualità Edonica**
G	Quanto l'esperienza ti è sembrata innovativa e creativa? Convenzionale [1] - Inventiva [7]	Creatività e innovazione percepita **Qualità Edonica**
H	Quanto l'esperienza ti è sembrata nuova e originale? Ordinaria [1] - All'avanguardia [7]	Novità e originalità **Qualità Edonica**

Tabella 100: Item di valutazione User Experience

Lo User Experience Questionnaire - Short version (UEQ-S) utilizza queste otto coppie semantiche per costruire due sottoscale:

- la qualità pragmatica (media dei punteggi degli item Q13a-Q13d), che misura l'efficacia dell'interfaccia nel supportare il completamento del compito attraverso semplicità d'uso, efficienza operativa e chiarezza comunicativa;
- la qualità edonica (media degli item Q13e-Q13h), che rileva la componente emotivo-motivazionale dell'esperienza in termini di engagement, interesse, creatività e percezione di novità.

Il punteggio complessivo di Usabilità è ottenuto come media delle due sottoscale (Laugwitz et al., 2008), e questa versione ridotta garantisce sia un'alta coerenza interna ($\alpha > 0{,}80$ per entrambe le dimensioni), sia una solida validità convergente rispetto alla versione estesa del questionario e ad altre misure di soddisfazione e usabilità (Laugwitz et al., 2008). Grazie ai suoi otto item lo UEQ-S garantisce quindi una valutazione rapida, standardizzata e facilmente comparabile tra le condizioni (VR e WEB), minimizzando l'affaticamento dell'utente, ma cogliendo sfumature differenti dalla user experience. Se la Q13 permette di cogliere la duplice qualità (pragmatica ed edonica) dell'interfaccia, un'attenta valutazione di questa esperienza non può tuttavia prescindere da un deep dive dell'impatto emotivo (Q14), e del carico complessivo (Q15) dell'interazione.

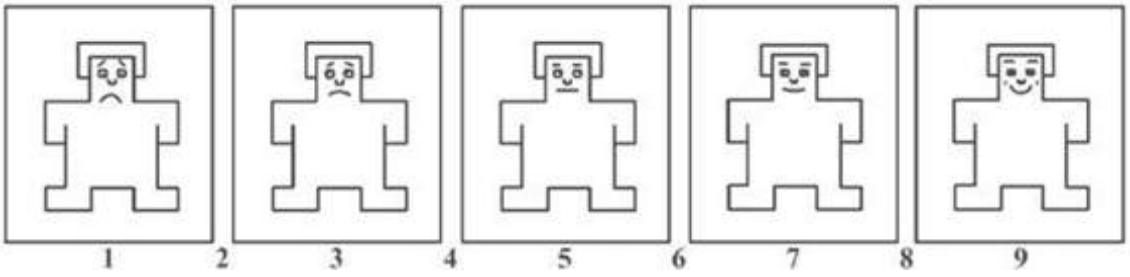
Le domande Q14a-Q14c raccolgono quindi a tale scopo i tre asset di valutazione del Self-Assessment Manikin (Bradley & Lang, 1994; Lübbing et al., 2023). La domanda posta al partecipante era la seguente: *"Q14) Ti chiediamo ora di valutare la tua esperienza [VR/WEB] utilizzando le seguenti scale"*

Item	Domanda	Costrutto valutato
A	Quanto è stata piacevole o spiacevole l'esperienza? Estremamente spiacevole [1] - Estremamente piacevole [9]	Valenza
B	Quanto ti sei sentito calmo o agitato durante l'esperienza? Molto calmo [1] - Molto agitato [9]	Arousal
C	Quanto ti sei sentito sotto controllo o dominante? Completamente sottomesso [1] - Completamente dominante [9]	Dominanza

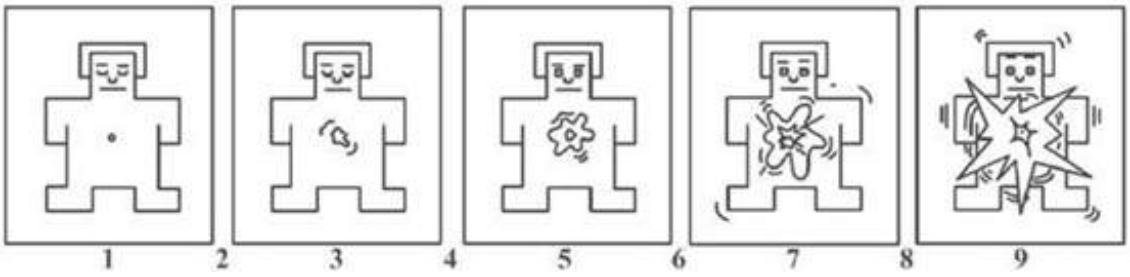
Tabella 101: Item di valutazione Scala Manikin

Ciascuna delle tre dimensioni - valenza, arousal e dominanza - è valutata tramite il supporto di figure stilizzate disposte su una scala a nove livelli, nelle quali l'espressione facciale o la postura del Manikin variano progressivamente per tradurre visivamente il sentimento corrispondente. Più in dettaglio:

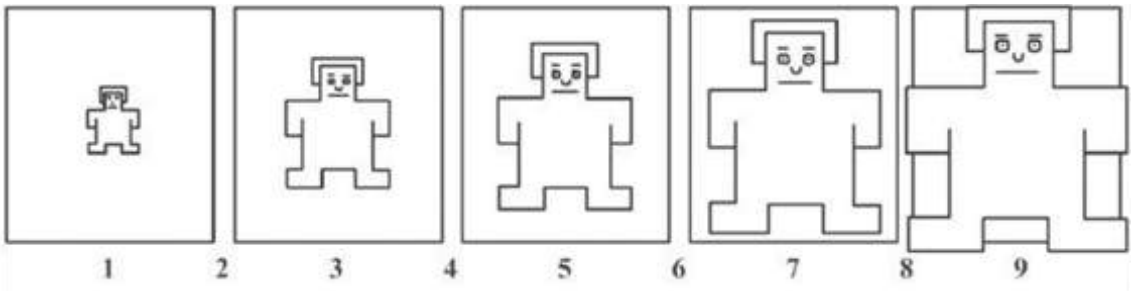
- La valenza (item A) valuta il grado di piacere. Un punteggio basso (1) indica un vissuto estremamente spiacevole, un punteggio alto (9) uno estremamente piacevole.



- L'arousal (item B) rileva il livello di attivazione psicofisiologica generato: un costrutto complesso reso più intuitivo proprio dal supporto grafico. Un punteggio basso corrisponde a uno stato di calma e rilassatezza, mentre un punteggio alto a uno stato di forte eccitazione o tensione: un aspetto indipendente dalla valenza emotiva, in quanto emozioni con polarità differente (differente valenza) possono essere associate dal soggetto a un medesimo stato di arousal (attivazione neurofisiologica).



- La dominanza (item C) misura, infine, la sensazione di controllo. Un valore basso indica un senso di vulnerabilità o mancanza di controllo (un'esperienza overwhelming), un valore alto una percezione di padronanza della situazione.



La valutazione lungo le tre dimensioni del Self-Assessment Manikin consente di cogliere la strutturazione complessa del vissuto emotivo, andando oltre la pure valutazione complessiva di soddisfazione (domanda Q12d). La navigazione Web potrebbe infatti suscitare un alto senso di controllo (dominanza) per uno strumento conosciuto e di uso comune, ma risultare meno piacevole (valenza) e coinvolgente (arousal); al contrario l'esperienza immersiva in VR potrebbe essere associata a una valenza più positiva, ma al

tempo stesso ad un arousal più elevato, che, se eccessivo, potrebbe condurre a situazione di disagio, insieme a un senso di bassa dominanza per la novità dei sistemi di controllo. Queste possibili configurazioni emotive, indagate in modo più dettagliato nella sezione relativa alle ipotesi di ricerca (4.2.2), trovano nel SAM uno strumento essenziale di lettura.

Le domande Q15a-Q15f, le ultime usate nella valutazione sia della VR che della navigazione WEB, hanno invece l'obiettivo di rilevare lo sforzo cognitivo, fisico, il senso di frustrazione e la valutazione della propria performance (Hart, 2006). La domanda posta era la seguente: *"Q15) Ti chiediamo ora di valutare la tua esperienza [VR/WEB] utilizzando le seguenti scale. Dai un voto per ogni item su una scala da 1 a 7, dove il valore 1 corrisponde al livello minimo indicato e il valore 7 al livello massimo"*.

Item	Domanda	Costrutto valutato
A	Quanto mentalmente e percettivamente difficile è stato il compito? Per niente impegnativo [1] - Estremamente impegnativo [7]	Sforzo mentale
B	Quanto sforzo fisico è stato necessario? Nessuno sforzo fisico [1] - Massimo sforzo fisico [7]	Sforzo fisico
C	Quanto ti sei sentito sotto pressione temporale durante il compito? Nessuna pressione [1] - Massima pressione [7]	Pressione temporale
D	Quanto pensi di aver svolto bene il compito? Perfettamente soddisfatto [1] - Per niente soddisfatto [7]	Performance percepita
E	Quanto sforzo complessivo (mentale e fisico) hai dovuto investire per raggiungere il tuo livello di prestazione? Minimo sforzo [1] - Massimo sforzo [7]	Sforzo complessivo
F	Quanto ti sei sentito frustrato, insicuro, irritato o infastidito durante il compito? Per niente frustrato [1] - Estremamente frustrato [7]	Frustrazione

Tabella 102: Item di valutazione NASA-TLI (Hart, 2006).

Il NASA-TLI analizza il carico (workload) percepito da un utente durante l'esecuzione di un compito. Il concetto di *workload* fa riferimento alla quantità di risorse cognitive, fisiche ed emotive richieste da un'attività, in rapporto alle capacità soggettive della persona che la sta svolgendo.

Nel contesto della realtà virtuale, il NASA-TLI permette dunque di indagare in modo articolato quanto l'interazione con l'ambiente immersivo sia percepita come mentalmente impegnativa, fisicamente faticosa, pressante nei tempi, frustrante o soddisfacente in termini

di performance: una lettura granulare del workload (Jeffri & Awang Rambli, 2021; Puma et al., 2018; Wickens, 2008; Xi et al., 2022), utile per individuare potenziali criticità nell'esperienza utente e quindi possibili barriere all'adozione della tecnologia in contesti d'uso quotidiani, come lo shopping online.

Solo per la condizione VR, infine, la valutazione dell'esperienza è stata integrata con la Presence Scale (Q16; (Witmer & Singer, 1998; Singer & Witmer, 2004)). La batteria presenta un totale di diciannove item (tutti con valutazione Likert 1-7), organizzati in fattori latenti. Le cinque sottoscale riflettono componenti distinte del senso di presenza (Slater, 1999, 2009) analizzando in profondità sia la percezione di controllo e reattività dell'ambiente, sia la naturalezza delle interazioni, l'efficacia dell'esplorazione visiva e il livello di coinvolgimento. Viene di seguito presentata una panoramica di ciascun fattore con i relativi item di valutazione. La sottoscala *Capacità di agire* indaga la percezione di *agency e controllo* che l'utente sperimenta nell'ambiente virtuale, ovvero la sua capacità di influenzare e prevedere gli eventi, nonché di muoversi ed esplorare l'ambiente con sicurezza. Un elevato punteggio in questa area riflette quindi una sensazione di completa padronanza e reattività del sistema, fondamentali per un'efficace immersione nel contesto VR. Questa dimensione presenta affinità concettuali con la misura della dominanza inclusa nel SAM (Q15c), in quanto entrambe riflettono il grado di controllo seppur da prospettive differenti: una più operativa nel caso della Presence Scale, una di taglio affettivo nel caso del SAM.

Item	Domanda e scala di risposta	Costrutto valutato
A	Quanto eri in grado di controllare gli eventi? (Per niente [1] - Completamente [7])	Capacità di agire
B	Quanto l'ambiente rispondeva alle azioni che hai eseguito? (Per niente reattivo [1] - Molto reattivo [7])	Capacità di agire
C	Eri in grado di anticipare cosa sarebbe successo in risposta alle tue azioni? (Per niente [1] - Completamente [7])	Capacità di agire
D	Quanto completamente eri in grado di osservare o esplorare l'ambiente utilizzando la vista? (Per niente [1] - Completamente [7])	Capacità di agire

Tabella 103: Item di valutazione Presence Scale [Fattore 1]

La sottoscala *Capacità di esaminare* (Tabella 104) valuta due aspetti complementari dell'interazione con l'ambiente virtuale. Da un lato, misura la facilità con cui l'utente riesce

ad osservare gli oggetti da vicino e da diverse angolazioni, aspetto particolarmente rilevante in un contesto come quello del supermercato VR, ricco di prodotti, etichette e prezzi da consultare. Dall'altro, indaga la capacità di mantenere la concentrazione sui compiti richiesti, senza essere distratti dai meccanismi operativi dell'interfaccia (come il funzionamento dei controller o il movimento nell'ambiente). Particolare attenzione sarà quindi rivolta in fase di analisi a questo costrutto data la sua importanza strategica in un'esperienza immersiva, in cui la capacità di esaminare i prodotti e realizzare in modo semplice il proprio processo di acquisto rappresenta un'asse fondamentale.

Item	Domanda e scala di risposta	Costrutto valutato
E	Quanto eri vicino o hai avvicinato gli oggetti per esaminarli? (Per niente vicino [1] - Molto vicino [7])	Capacità di esaminare
F	Quanto bene potevi esaminare oggetti da molteplici punti di vista? (Per niente bene [1] - Molto bene [7])	Capacità di esaminare
G	Quanto riuscivi a concentrarti sui compiti piuttosto che sui meccanismi? (Per niente [1] - Completamente [7])	Capacità di esaminare

Tabella 104: Item di valutazione Presence Scale [Fattore 2]

La terza sottoscala, relativa alla *Qualità dell'interfaccia*, misura invece l'efficacia e la reattività dei componenti tecnologici (display, controller) nel supportare l'interazione senza introdurre ritardi o distrazioni (Albert et al., 2017; Winkler et al., 2020; Rahimian et al., 2021). Pur trattandosi di un aspetto meno direttamente legato al contenuto dell'esperienza rispetto al precedente, questa dimensione fornisce un indicatore chiave della solidità tecnologica del sistema immersivo sviluppato. La presenza di ritardi o malfunzionamenti può infatti compromettere la fluidità dell'interazione, riducendo la sensazione di naturalezza e minando la qualità percepita dell'intera esperienza. In fase di analisi i punteggi di questi item e del relativo fattore sono stati invertiti, così da uniformare la scala 1-7 in ottica crescente, in cui 1 è l'estremo negativo e 7 quello positivo.

Item	Domanda e scala di risposta	Costrutto valutato
H	Quanto ritardo hai sperimentato tra le tue azioni e gli esiti attesi? (Nessun ritardo [1] - Molto ritardo [7])	Qualità dell'interfaccia
I	Quanto la qualità del display interferiva o distraeva dalle attività? (Per niente [1] - Molto interferente [7])	Qualità dell'interfaccia
J	Quanto i dispositivi di controllo interferivano con lo svolgimento dei compiti? (Per niente [1] - Molto interferente [7])	Qualità dell'interfaccia

Tabella 105: Item di valutazione Presence Scale [Fattore 3]

Il quarto fattore, l'*Autovalutazione della performance*, indaga invece la percezione soggettiva di efficacia e rapidità con cui l'utente si è adattato all'ambiente virtuale e ha portato a termine le attività richieste.

Item	Domanda e scala di risposta	Costrutto valutato
K	Quanto rapidamente ti sei adattato all'esperienza dell'ambiente virtuale? (Molto lentamente [1] - Molto rapidamente [7])	Autovalutazione della performance
L	Quanto ti sei sentito capace di muoverti e interagire con l'ambiente virtuale alla fine dell'esperienza? (Per niente capace [1] - Molto capace [7])	Autovalutazione della performance

Tabella 106: Item di valutazione Presence Scale [Fattore 4]

In un contesto immersivo complesso, come quello di un supermercato, articolato in più ambienti e ricco di prodotti da manipolare e decisioni d'acquisto da compiere, questa dimensione assume una rilevanza particolare. La capacità di orientarsi rapidamente fra gli scaffali, interagire con i singoli articoli e utilizzare il pannello di controllo per consultare la propria spesa riflette non solo il vissuto individuale di *self-efficacy* (Bandura, 1982), ma rappresenta anche un indicatore della qualità progettuale dell'esperienza immersiva. Un'elevata autovalutazione della performance suggerisce infatti come il sistema VR - nonostante la sua maggiore complessità intrinseca rispetto a una versione web - sia stato percepito come accessibile, gestibile e funzionalmente efficace, anche da parte di utenti con esperienze pregresse limitate nel campo della realtà virtuale.

La quinta e ultima area infine, quella del *Realismo,* valuta in che misura l'ambiente virtuale sia percepito come naturale, coerente e coinvolgente, replicando le dinamiche del mondo reale. Questo fattore include sette item che misurano rispettivamente l'autenticità delle interazioni (M), il coinvolgimento visivo (N), la naturalezza dei meccanismi di navigazione (O), la percezione dinamica degli oggetti in movimento (P), la coerenza con le esperienze vissute nel mondo reale (Q), il senso di immersione durante lo spostamento (R) e il coinvolgimento complessivo nell'esperienza (S).

Item	Domanda e scala di risposta	Costrutto valutato
M	Quanto naturali ti sono sembrate le tue interazioni con l'ambiente? (Per niente naturali [1] - Molto naturali [7])	Realismo
N	Quanto gli aspetti visivi dell'ambiente ti hanno coinvolto?	Realismo

	(Per niente [1] - Molto [7])	
O	Quanto era naturale il meccanismo che controllava il movimento attraverso l'ambiente? (Per niente naturale [1] - Molto naturale [7])	Realismo
P	Quanto coinvolgente è stata la percezione degli oggetti in movimento nello spazio? (Per niente coinvolgente [1] - Molto coinvolgente [7])	Realismo
Q	Quanto le tue esperienze in VR sembravano coerenti con quelle nel mondo reale? (Per niente coerente [1] - Molto coerente [7])	Realismo
R	Quanto coinvolgente era la sensazione di muoverti nell'ambiente virtuale? (Per niente coinvolgente [1] - Molto coinvolgente [7])	Realismo
S	Quanto ti sei sentito coinvolto nell'esperienza dell'ambiente virtuale? (Per niente coinvolto [1] - Molto coinvolto [7])	Realismo

Tabella 107: Item di valutazione Presence Scale [Fattore 5]

In altre parole, questa scala misura se ciò che accade nel mondo virtuale risulti "reale" agli occhi del partecipante, e quindi percepito come credibile, coinvolgente e compatibile con ciò che ci si aspetterebbe da una situazione analoga nel mondo fisico.

Nel loro insieme, i cinque fattori della Presence Scale (Witmer & Singer, 1998) offrono una lettura multidimensionale integrata. Alcune di esse - come *Capacità di agire*, *Capacità di esaminare* e *Autovalutazione della performance* - si rivelano particolarmente significative in relazione allo specifico ambito di indagine, analizzando aspetti operativi, esplorativi e funzionali, che impattano direttamente sull'efficacia dell'interazione. Altre scale - come la *Qualità dell'interfaccia* e il *Realismo* - risultano invece più generali e trasversali, ma non per questo meno rilevanti: esse contribuiscono a definire la credibilità, la fluidità e la solidità tecnologica dell'esperienza VR, elementi fondamentali per sostenere l'engagement, la naturalezza e la soddisfazione d'uso. La combinazione di queste prospettive permette di ottenere una mappatura complessiva del senso di presenza generato dall'ambiente VR, completando il quadro metodologico di valutazione, pur consapevoli della complessità di questo costrutto teorico, come discusso nel capitolo 1 (Slater, 1999). Si procederà ora alla formulazione delle ipotesi di ricerca sviluppate a partire dagli strumenti di misurazione qui discussi.

4.2.2 Le ipotesi di ricerca: le differenze previste fra le due condizioni

Nella presente sezione verranno illustrate le ipotesi di ricerca relative alle differenze attese fra l'esperienza immersiva (VR) e la navigazione su sito (SITO WEB).

Le ipotesi H1 e H2, dedicate alla dimensione temporale (rispettivamente domande Q12a - Q12b), hanno l'obiettivo di verificare se e in quale misura l'immersione in realtà virtuale alteri i processi attraverso cui gli individui percepiscono lo scorrere temporale. Distinguendo tra la valutazione soggettiva del tempo (Q12a) e la stima oggettiva della durata (Q12b), la prima ipotesi (*H1*) parte dal presupposto che l'elevato senso di presenza e lo stato di flow (Csikzentmihaly, 1990) tipici dell'esperienza immersiva, uniti alla ricchezza di stimoli visivi (prodotti e scaffalatura) e uditivi (suoni ambientali del supermercato riprodotti dal visore) (Maity et al., 2018; Syed & Shaheen, 2025), sottraggano risorse attentive al naturale "contatore interno" del tempo. Ne consegue una percezione soggettiva di compressione temporale, che "il tempo sia volato", rispetto a una navigazione web meno immersiva e relegata alla bidimensionalità di uno schermo esterno all'utente. Sulla base di questi principi l'ipotesi H1 è stata così formulata:

H1: *Si prevede che, in media, il giudizio soggettivo sul tempo trascorso risulti inferiore nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR < WEB)*

La seconda ipotesi (*H2*), strettamente ricollegata ad H1, si radica sue due pilastri teorici, già in parte definiti:

- la Event Segmentation Theory (Radvansky & Zacks, 2011) secondo cui ogni cambiamento percettivo significativo - un "event boundary" come afferrare un oggetto, voltarsi o modificare prospettiva - segmenta la memoria episodica in porzioni distinte;
- il modello di Time Reconstruction (Block & Zakay, 1997) secondo cui nella fase retrospettiva, il nostro "cervello" ricostruisce la durata di un evento sommando implicitamente i segmenti mnemonici, producendo una sovrastima proporzionale al numero di confini percettivi.

In altre parole, in VR la molteplicità di stimoli multisensoriali e le micro-interazioni con l'ambiente (dal cambio di prospettiva, al grab e manipolazione di un prodotto, al suo inserimento nel carrello) generano un elevato numero di confini episodici che arricchiscono la memoria di "marcatori" distinti. Quando i partecipanti sono chiamati a stimare la durata trascorsa, tali marcatori vengono conteggiati inconsciamente, portando a una sovrastima della durata effettiva.

In un contesto Web, invece, l'esperienza più lineare e meno impegnativa dovrebbe produrre pochi segmenti mnemonici (per la presenza di minori eventi che risultano "memorabili" in

senso stretto), consentendo una stima numerica più aderente all'effettiva durata dell'esperienza. L'ipotesi H2 si articola quindi in una duplice direzione:

H2a**:** *Si ipotizza che, in media, il numero di minuti stimati risulti maggiore nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB)*

H2b**:** *Si ipotizza che la stima media in VR risulti significativamente superiore all'effettiva durata di 8 minuti, mentre nella condizione Web non emerga una differenza significativa rispetto al tempo reale (VR > tempo reale & WEB = tempo reale).*

In sintesi, nella condizione VR l'elevato senso di presenza (Slater, 1999), il flow (Csikzentmihaly, 1990) e la ricchezza di stimoli multisensoriali (Syed & Shaheen, 2025) dovrebbero portare a una compattazione soggettiva del tempo percepito (H1: VR < Web): tanto più una esperienza è ricca di eventi tanto più coinvolge il soggetto sottraendo attenzione al "contatore interno del tempo percepito". In fase retrospettiva i numerosi "confini" episodici venutisi a creare in VR, che generano una compressione temporale soggettiva, indurrebbero al tempo stesso una sovrastima cognitiva oggettiva della durata rispetto alla navigazione Web (H2a: VR > Web) e una stima significativamente superiore agli 8 minuti effettivi (H2b: VR > 8 min). Al contrario, nella navigazione Web - più lineare, più quotidiana e meno coinvolgente - la percezione soggettiva di tempo dovrebbe risultare maggiore mentre la stima della durata in minuti più simile a quella reale (H2b: Web ≃ 8 min): ossia un'esperienza di circa 8 minuti che, pur avendo una durata reale contenuta, risulta dilatata e vissuta come più lenta e meno coinvolgente.

Le ipotesi *H3, H4 ed H5* si focalizzano sulle altre tre valutazioni globali fornite dal partecipante subito dopo la conclusione dell'esperienza (Q12c-Q12e). La loro formulazione è stata effettuata a partire da modelli teorici discussi precedentemente:

- il Technology Acceptance Model (F. D. Davis, 1989; Sagnier et al., 2020; Xi et al., 2024), secondo cui il livello di difficoltà percepita (Q12c: perceived ease of use) influisca sulla soddisfazione (Q12d) e sulla intenzione di utilizzo di una nuova tecnologia (Q12e)
- le teorie relative al flow delle esperienze immersive (Csikzentmihaly, 1990) secondo cui un livello moderato di sfida può incrementare il senso di realizzazione e, di conseguenza, la soddisfazione e la propensione a ripetere l'esperienza.

Alla luce di questo quadro teorico, sono state formulate le seguenti ipotesi:

H3: *Si ipotizza che, in media, il punteggio di difficoltà percepita risulti maggiore nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB), data la maggiore complessità dei meccanismi di controllo e interazione.*

H4: *Si ipotizza che, in media, il livello di soddisfazione complessiva risulti maggiore nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB), data la maggiore possibilità di interazione con i prodotti e l'ambiente tecnologico immersivo.*

H5: *Si ipotizza che, nonostante la maggiore difficoltà percepita, la propensione a riutilizzare la tecnologia risulti per la VR maggiore o uguale rispetto al sito Web (VR ≥ WEB): un trade off positivo di maggiore soddisfazione nonostante la maggiore complessità.*

L'esperienza in realtà virtuale introduce infatti un livello d'interazione più complesso, legato sia alla presenza dell'headset sia alle differenti tipologie di comandi e funzioni eseguibili attraverso i joystick e bottoni dei due controller, rispetto al più semplice click della navigazione web (si veda Figura 95a-b-c per riepilogo differenti comandi). Questa maggiore complessità si dovrebbe tradure in un aumento della difficoltà percepita (H3), ma, al tempo stesso, il sistema immersivo dovrebbe generare un maggiore livello di soddisfazione complessiva (H4), legato sia alla novità stessa dell'esperienza sia al senso di immersività, realismo e presenza generato dal sistema, oltre al maggiore grado di interazione con l'ambiente virtuale. In questo trade off fra maggiori difficoltà/complessità di interazione e un maggiore coinvolgimento sensoriale ed emotivo, si dovrebbe generare una propensione al riutilizzo della VR almeno pari o superiore a quella dichiarata per il sito Web (H5).

Le ipotesi *H6a ed H6b* esplorano invece i due livelli complementari dell'esperienza utente (UEQ-S; domande Q13a-h): la qualità pragmatica (efficacia, semplicità, chiarezza, efficienza), e quella edonica (interesse, coinvolgimento, creatività, novità) (Hinderks, 2017). In ambiente VR, la curva di apprendimento legata all'uso dell'headset e dei controller per gli spostamenti e interazione con i prodotti 3D, introduce, come ipotizzato, una complessità maggiore dell'esperienza di shopping che, inevitabilmente, può portare a una riduzione della qualità pragmatica (ossia dell'efficienza, efficacia e semplicità). Al contrario, l'ambiente Web, grazie alla familiarità con layout bidimensionali e comandi desktop appresi e consolidati, dovrebbe garantire flussi più lineari di esplorazione, con maggiori punteggi per il medesimo parametro. Sulla base di questi assunti è stata formulata l'ipotesi:

H6a: *Si ipotizza che, in media, i punteggi di qualità pragmatica risultino inferiori in VR rispetto alla condizione Web (VR < WEB).*

Sul versante edonico, al contrario, la realtà virtuale dovrebbe invece beneficiare di un effetto novelty legato alla tecnologia stessa, di un coinvolgimento multisensoriale maggiore, e di un più forte senso di immersione e presenza (di essere "fisicamente" in un'ambiente, anche se virtuale, in cui si possono compiere azioni concrete (Slater, 2009)), che dovrebbero portare a un punteggio maggiore di qualità edonica, ossia a un elevato interesse e alla percezione di un sistema nuovo, diverso da quanto si è sperimentato finora. La navigazione web invece, parte integrante della quotidianità d'uso dei partecipanti, pur spiccando per qualità pragmatica, dovrebbe associarsi a livelli minori di qualità edonica: in altre parole nulla di particolarmente nuovo, innovativo o diverso rispetto alla quotidianità di shopping experience dei partecipanti. Sulla base di questi assunti è stata formulata l'ipotesi:

H6b: *Si ipotizza che, in media, i punteggi di qualità edonica risultino superiori in VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB).*

Le ipotesi *H7a ed H7b* indagano invece la sfera emotiva, misurata tramite la Self-Assessment Manikin (Q14a-c) (Bradley & Lang, 1994). Si prevede che, in VR, l'immersività multisensoriale - visiva e uditiva - unita all'interazione dinamica con gli oggetti dell'ambiente, elevi sia il senso di piacere (Valenza) sia il livello di attivazione emotiva (Arousal), rispetto a un'interazione Web statica e bidimensionale. Allo stesso tempo, la complessità delle azioni in VR - dal movimento nello spazio alla manipolazione dei prodotti - dovrebbe attenuare il senso di controllo percepito (Dominanza), che nella navigazione desktop rimane alto grazie alla prevedibilità fra azione (click) e risultato (aggiunta al carrello, navigazione di una sezione del sito). Sulla base di questi presupposti, le ipotesi H7 si articolano come segue:

H7a: *Si ipotizza che, in media, i livelli di Valenza e di Arousal risultino maggiori nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB)*

H7b: *Si ipotizza che, in media, il livello di sensazione di controllo (Dominanza) risulti inferiore in VR rispetto alla condizione Web (VR < WEB).*

A completamento dell'impianto di ricerca, l'ipotesi *H8* esplora il carico di lavoro (workload) percepito dagli utenti, valutato tramite il NASA-TLI (Q15a-f). Se la navigazione Web rappresenta allo stato attuale un'attività routinaria e a basso carico

cognitivo, l'ambiente VR introduce tutte quelle complessità aggiuntive prima descritte in termini di comandi e interfaccia, che si dovrebbero tradurre in un aumento di tutte le componenti di workload (Wickens, 2008; Xi et al., 2022). Sulla base di queste premesse:

***H8**: Si ipotizza che, in media, i punteggi di ciascuna sottoscala del NASA-TLI risultino maggiori nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB), a indicare un carico (cognitivo, fisico, temporale, generale) complessivamente superiore durante l'esperienza immersiva, rispetto alla navigazione web diventata ad oggi un'attività quotidiana.*

L'ultima ipotesi (H9) riguarda la propensione all'acquisto (Q18) generata dai due differenti sistemi. Nella condizione VR, la possibilità di esplorare liberamente gli scaffali, afferrare e manipolare i prodotti, e confrontarli come in un punto vendita fisico, dovrebbe incoraggiare un comportamento più esplorativo, ampliando l'attenzione verso i prodotti e verso l'assortimento nel suo complesso. La concretezza dell'esperienza, unita a un coinvolgimento emotivo più intenso e alla novità del contesto, dovrebbe quindi favorire una maggiore attenzione alle singole SKU dell'assortimento, generare curiosità verso i prodotti (anche quelli non conosciuti o che non si è soliti acquistare), incrementando la purchase intention (Whang et al., 2021). Al contrario, nella versione Web, l'interazione bidimensionale e mediata dallo schermo dovrebbe orientare maggiormente l'utente verso prodotti già noti, limitando la scoperta e riducendo la spinta all'acquisto: un'esperienza meno esplorativa e più indirizzata alle referenze già conosciute. Sulla base di queste premesse, l'ipotesi H9 è formulata come segue:

***H9**: Si ipotizza che, in media, il punteggio di purchase intention risulti maggiore nella condizione VR rispetto alla condizione Web (VR > WEB).*

Per le domande relative al senso di presenza, data la loro formulazione per la sola condizione VR, verrà effettuata una mera analisi esplorativa dei risultati ottenuti. Ora che è stato definito il protocollo sperimentale, analizzate le scale di misurazione, definite le loro ragioni di utilizzo e le ipotesi ad essere correlate, verrà mostrato il processo di sviluppo delle due esperienze (immersiva e sito web) proposte ai partecipanti allo studio.

4.3 Costruzione dell'ambiente VR e del SITO WEB

La sezione 4.3 illustrerà l'intero processo di sviluppo del sistema virtuale e del sito web usato per il confronto. Nel paragrafo 4.3.1 si approfondiranno le fasi di modellazione tridimensionale dei prodotti in Blender, con particolare attenzione alla customizzazione

delle texture e alla creazione di tipologie di asset ottimizzate per l'esperienza VR. La successiva sezione (4.3.2) analizzerà l'architettura dell'ambiente immersivo, basato sullo Unity VR Core SDK 2023, approfondendo le procedure di importazione degli asset e l'organizzazione della scena del supermercato virtuale. A seguire (4.3.3) saranno esaminati gli script in C# sviluppati per implementare una customer shopping experience realmente immersiva, dal processo di selezione degli articoli alla gestione del "carrello" fino alla conclusione dell'esperienza nella zona di checkout. Infine, sarà analizzato lo sviluppo del sito web su piattaforma WordPress (4.3.4), pensato per consentire un benchmark comparativo nelle valutazioni dell'esperienza immersiva.

4.3.1 I prodotti del supermercato e il loro sviluppo in Blender

La seguente sezione illustrerà in prima istanza un riepilogo dei prodotti presenti nel supermercato VR e nel Sito Web, con indicazione della categoria merceologica di appartenenza secondo cui i prodotti sono stati organizzati in entrambe le piattaforme.
A seguire, si descriveranno le diverse tipologie di modelli tridimensionali sviluppati: dai pacchi di pasta e cereali - concepiti come box semplici - ai vasetti di sugo e confezioni di patatine ottenuti tramite modellazione a partire da primitive cilindriche, fino all'uso di modelli prefabbricati reperiti da TurboSquid. Nell'ultima parte sarà infine spiegato il processo di customizzazione della texture e la preparazione per l'inserimento in ambiente VR di Unity.

I prodotti saranno qui presentati in base alla suddivisione nelle stanze del supermercato VR.

- La prima stanza, si configura come un vero e proprio "hub" dedicato al prodotto simbolo della tradizione culinaria italiana: la pasta. In questa sezione del supermercato vengono messi a confronto tre marchi storici più rappresentativi del settore - Barilla, De Cecco e Molisana - ciascuno declinato secondo differenti formati (Allegato A1).
- La Stanza 2 ospita due categorie complementari - i sughi pronti e le conserve ittiche - rappresentate dai marchi Barilla e Mutti (per le linee di ragù, sughi al basilico e differenti tipologie di pesto) e da Rio Mare (filetti di tonno, salmone e sgombro in diverse varianti). Questa co-locazione, vicino alla stanza della pasta, è stata concepita per affiancare tipologie di prodotti complementari, e associati in termini di preparazione, alle confezioni di pasta della precedente stanza (Allegato A2).
- La Stanza 3 combina invece l'universo degli snack salati e delle bevande - analcoliche e alcoliche - in un unico contesto destinato alla consumazione immediata / aperitivi. Sono qui proposte le principali referenze di patatine (Fonzies, Amica Chips, Lays, Pata,

Fiorentini, Doritos), affiancate dalle bevande gassate (Coca Cola, Sprite, Fanta, Pepsi, Schweppes) e da un assortimento di birre (Heineken, Corona, Angelo Poretti, Ichnusa, Menabrea, Messina, Tuborg, Beck's, Leffe). Questa disposizione riflette l'abbinamento naturale tra snack salati e bevande alcoliche e analcoliche (Allegato A3).

- La Stanza 4 riunisce tre categorie tipicamente associate al momento della prima colazione: il latte, i biscotti e i cereali. Sul banco del latte trovano posto sia le referenze di latte vaccino (Granarolo, Arborea, Mila) sia le alternative vegetali (Alpro mandorla, Valsoia soia, Oatly avena, Bjorg cocco, Orasì riso). L'assortimento dei biscotti comprende invece marchi tradizionali quali Mulino Bianco (Abbracci), Pavesi (Gocciole), Balocco (Fagottini), insieme a Loacker, Ferrero e Kinder, per riflettere, pur nei limiti di sviluppo dell'ambiente VR, una varietà di formati e gusti presenti in un "classico" supermercato. Infine, il comparto dei cereali è rappresentato da Kellogg's (Cornflakes, Krave, Coco Pops), Nestlé (Cheerios, Nesquik), Quaker, KitKat e Oreo's, offrendo così un'ampia panoramica di soluzioni per la colazione (Allegato A4).
- La Stanza 5 riunisce invece le merendine confezionate e i succhi di frutta, due categorie rivolte al momento snack (mattutino e pomeridiano). Le merendine sono rappresentate da marchi leader come Kinder (Brioss, Colazione Più, Pan e Cioc, Pingui, Fetta al Latte, Plumcake), Ferrero (Fiesta) e Mulino Bianco (Nastrine, Cornetti, Tegolini, Crostatine, Camille, Flauti), a cui si affianca Pan di Stelle. L'offerta di succhi è stata invece creata proponendo prodotti dei marchi Skipper, Bravo, Pfanner, Santal e Valfrutta, anche con referenze vitaminiche e proteiche, in linea con gli attuali sviluppi di questo settore di mercato. Questa prossimità fisica è pensata per simulare nel percorso VR un'esperienza di acquisto integrata tra snack dolci e bevande di accompagnamento (Allegato A5)
- La Stanza 6 è dedicata ai prodotti per la cura personale, con le categorie di haircare e skincare, proponendo, data la complessità di brand e varianti, un maggior numero di prodotti singoli (97: Allegato 6) e un maggior numero di scaffalature. L'area haircare comprende un'ampia gamma di shampoo, maschere e trattamenti di colorazione dei marchi Head & Shoulders, Fructis, Pantene, Elvive, Gliss e altre insegne di rilievo, con soluzioni per ogni esigenza di pulizia, riparazione e trattamento dei capelli (per uomo e per donna). La sezione skincare ospita invece creme viso e mani, di brand quali Nivea, L'Oréal, Omia, Equilibra e CeraVe, con funzioni antirughe, idratanti e lenitive. Questa area del supermercato si configura quindi come uno spazio interamente dedicato alla "beauty routine", riproducendo la logica delle principali catene della GDO, che

riservano aree specifiche alla cura della persona e alla cosmetica (si pensi ad esempio alle aree EB Profumerie dei supermercati Esselunga).

- La Stanza 7 accoglie infine una sezione di bevande calde e cioccolato, combinando una selezione di caffè e tè, con marchi quali Starbucks, Illy, Lavazza, Twinings, Sir Winston, e un assortimento di tavolette di cioccolato: da Vanini, Lindt, Milka e Perugina a Ferrero Rocher, Zaini e Mascao (Allegato A7).

Le sette stanze presentano un totale di 262 differenti SKU, ossia differenti prodotti (27 nelle stanze 1-2-7, 28 in quelle 3-4-5 e 97 nella Stanza 6, per la complessità del settore beauty prima descritta), con due o quattro confezioni per la stessa referenza.
La selezione mira a offrire un assortimento multimarca di beni di largo consumo, tipici di un normale supermercato, garantendo ai partecipanti un'esplorazione diversificata nell'arco degli 8 minuti di esperienza. Allo stesso tempo, la scelta delle referenze e il numero totale di prodotti sono state calibrate per garantire una fluidità di rendering una volta implementate nel sistema virtuale immersivo.

Sarà ora analizzato il processo di creazione e modellazione dei differenti packaging in Blender: dalla costruzione delle UV (ossia le maschere di ciascun prodotto) alla creazione dei modelli 3D delle singole confezioni, fino al processo di implementazione nel sistema VR di Unity attraverso cui è stato "costruito" il supermercato virtuale.
Il pacco di pasta è stato scelto come primo caso di sviluppo di modelli 3D sia per la sua geometria elementare sia per la sua ampia diffusione nel contesto retail di FMCG. La prima fase di creazione consiste nella creazione di immagini atlas (Figura 108), ossia della grafica del pack per ciascuno dei sei lati della confezione che sarà successivamente applicata al modello tridimensionale realizzato in Blender.
Le grafiche qui presentate (e tutte le altre varianti prodotte per le differenti SKU) sono state realizzate tramite PowerPoint, anche se il principio metodologico di realizzazione risulta applicabile anche a software più complessi quali Photoshop.



Figura 108: Immagine atlas pack pasta con due esempi a confronto

Il primo step consiste nella creazione di un template UV - ovvero una slide strutturata come tavola grafica suddivisa in sei riquadri, uno per ciascun lato del pack (fronte, retro, due zone laterali, top e bottom). Una volta creato il template, ogni riquadro ha poi ospitato la porzione di artwork corrispondente: sul fronte il visual di prodotto e il logo, sul retro ingredienti e specifiche, sui lati e sulle superfici superiore e inferiore gli elementi di branding, con un'attenzione particolare al posizionamento del logo così da garantirne una facilità di lettura nel rendering finale.

Tutti i contenuti grafici sono stati quindi scalati e allineati sulle guide del template, quindi esportati in formato PNG garantendo una compressione senza perdita di dati una volta importati in Blender. Come mostra la Figura 108, benché riferiti a brand diversi (Barilla e Rummo), entrambi gli atlas (ossia le grafiche di ciascun pack) condividono un identico

layout. Ciò consente di generare rapidamente immagini con le stesse proporzioni e rapporti, producendo numerose varianti dello stesso packaging (in questo caso il formato "pacco di pasta"), semplicemente sostituendo le singole porzioni di grafica all'interno del template.
Il workflow prosegue dunque in Blender, dopo aver esportato le 27 immagini atlas (una per ciascun pack di pasta della Stanza 1). A partire dal cubo predefinito, scalato lungo gli assi X, Y e Z per ottenere un rapporto base/altezza di circa 1:1,4, è stato creato un nuovo materiale Principled BSDF (Bidirectional Scattering Distribution Function), ovvero uno shader che integra in un unico nodo le regole di riflessione e diffusione della luce su una superficie.
Nello Shader Editor, al nodo Image Texture viene assegnata l'immagine atlas (Figura 108) e collegata al parametro Base Color del Principled BSDF, con Metallic = 0 e Roughness = 0,5 per simulare la finitura cartacea. A questo punto l'oggetto assume la grafica del pack di pasta, ma come si evince in Figura 109 (a sinistra), i lati non risultano ancora correttamente allineati alle rispettive porzioni del modello. Per riposizionare ciascuna area del modello alla grafica ad essa dedicata è stato necessario attuare un UV editing.

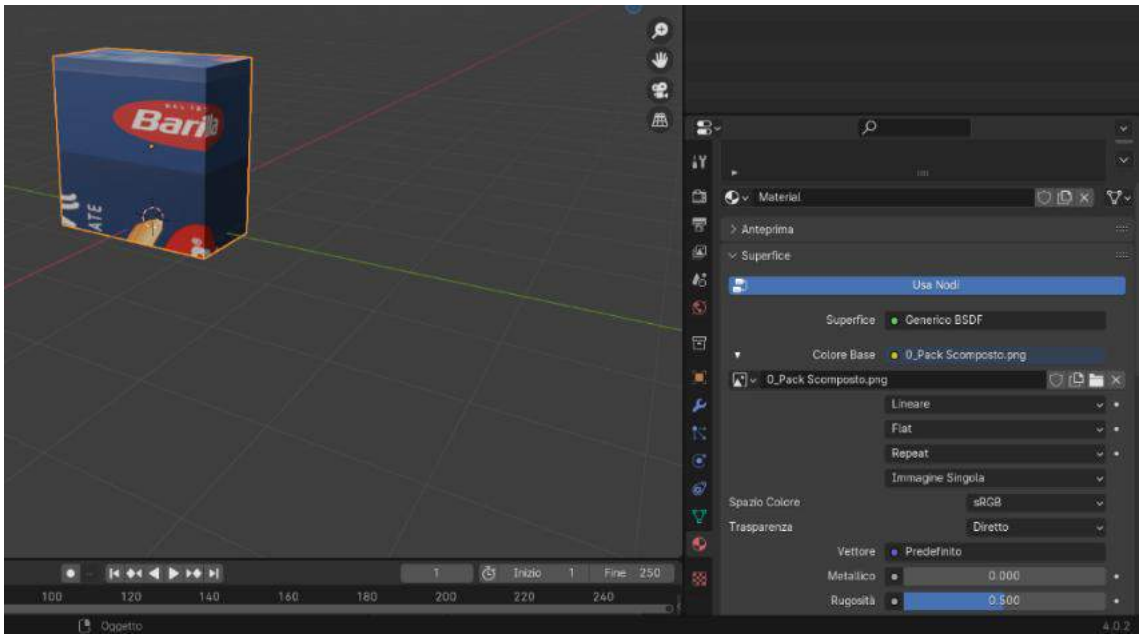


Figura 109: Customizzazione materiale pacco di pasta

Nella fase di UV Editing, la superficie del parallelepipedo viene distesa (Unwrap) sul piano bidimensionale dell'atlas, in modo da assegnare a ciascuna faccia del modello 3D la porzione di grafica a essa dedicata. In altre parole, selezionando tutti i lati dell'oggetto e applicando il comando di Unwrap, Blender genera sul piano UV un insieme di contorni rettangolari, uno per ogni lato del packaging. A queste isole UV (ossia i sei lati del pack) vengono assegnate porzioni differenti dell'immagine in modo che il fronte del modello 3D

mostri solo la porzione frontale dell'atlas, e analogamente per retro, top, bottom e lati (Figura 110).

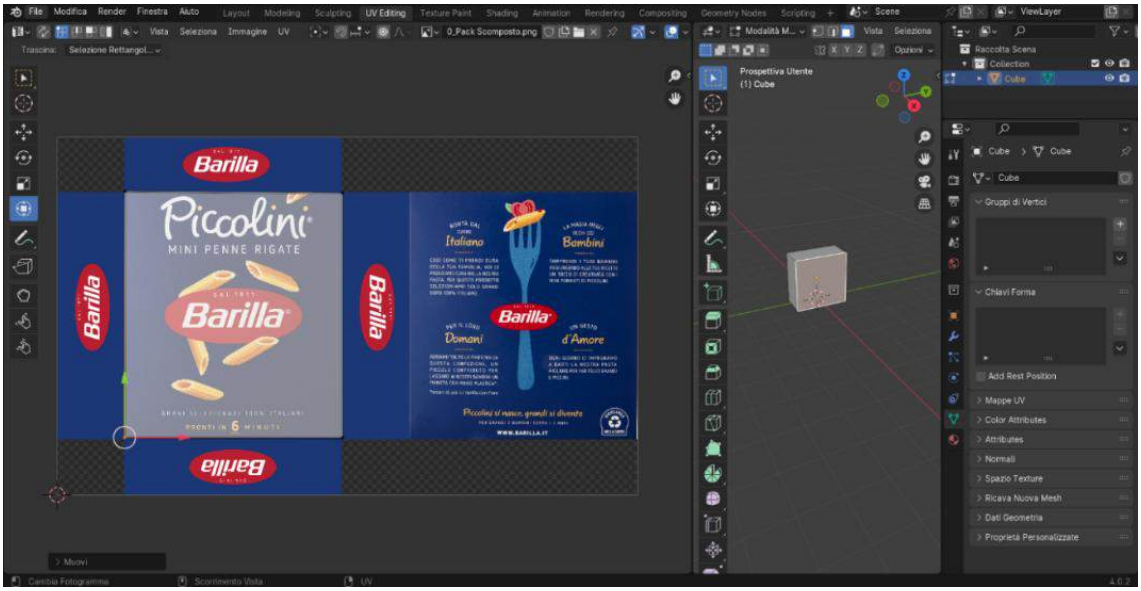


Figura 110: Customizzazione dei lati del packaging in base all'immagine di layout (Unwrap e UV editing)

Una volta concluso il processo di UV editing, l'attivazione della modalità Material Preview mostra il risultato finale del pack customizzato con il materiale derivato dal PNG, potendo ruotare l'oggetto per verificare la corrispondenza tra grafica e geometria, ed eventualmente effettuare ultime correzioni e aggiustamenti. Si veda l'esempio finale in Figura 111.

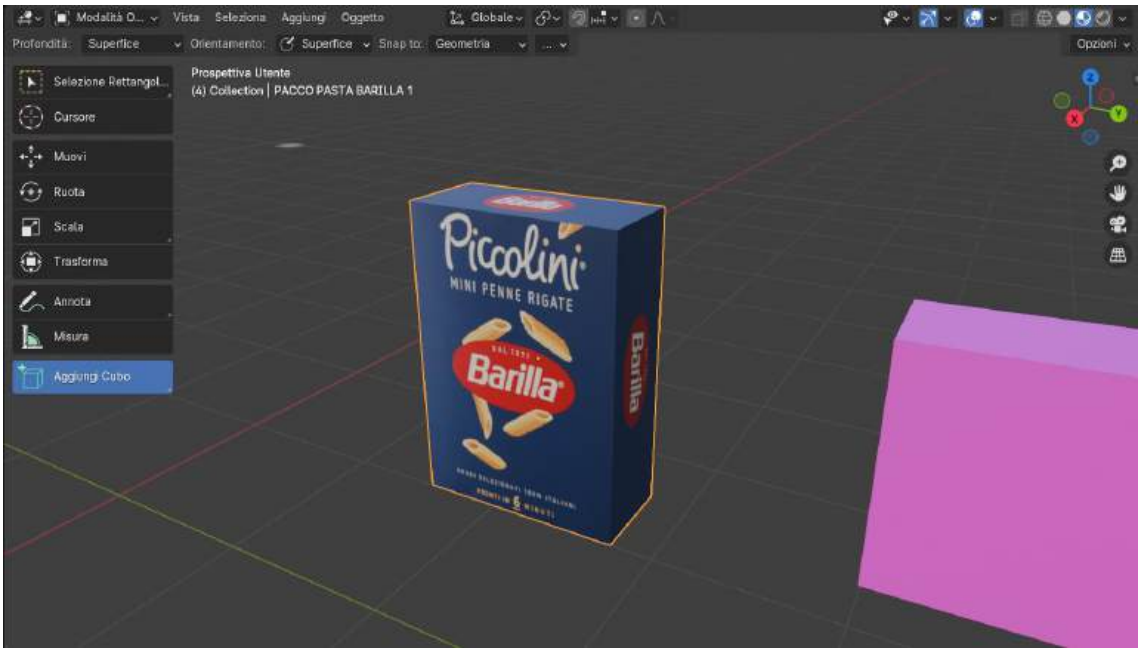


Figura 111: Pack finale (si veda confronto con figura 109 prima dell'Unwrap)

Grazie a questa sequenza - creazione della primitiva 3D, assegnazione del materiale e mapping UV basato su un atlas definito e coerente fra le SKU della stessa tipologia di prodotto - la pipeline si è dimostrata efficiente e facilmente replicabile. Le 27 confezioni di

pasta presenti nella Stanza 1 non corrispondono infatti a 27 modelli diversi, ma derivano tutte dall'unico oggetto 3D realizzato in Blender, esportato in formato DAE (Collada). Questo formato, a differenza del più semplice OBJ, consente di conservare all'interno dello stesso file non solo la mesh (ossia la struttura geometrica di vertici, spigoli e faces), ma anche le coordinate UV e le impostazioni del materiale. Una volta importato in Unity nel supermercato virtuale, l'oggetto viene istanziato più volte come singola geometria di riferimento (ossia materialmente duplicato), e a ciascuna istanza (pack) viene assegnato un materiale diverso, ognuno contenente una variante dell'immagine atlas (cfr. Figura 108).
In questo modo è possibile generare 27 confezioni di pasta visivamente differenti a partire da un'unica mesh 3D, senza la necessità di duplicare né modificare la geometria sottostante. La pipeline sviluppata non solo permette la generazione di molteplici varianti dello stesso pack (inteso come oggetto 3D unico) in modo rapido e scalabile, ma soprattutto riduce in modo sensibile il carico computazionale del visore durante l'esperienza, garantendo una maggiore leggerezza nel processo di rendering e una maggiore fluidità nell'utilizzo del sistema VR da parte del partecipante.

Il pacco di pasta, basato su una forma parallelepipeda semplice, è stato riadattato - con proporzioni differenti - anche per altri prodotti confezionati come merendine e cereali. Per restituire tuttavia in ambiente VR una sufficiente varietà visiva e tipologica, coerente con la complessità dell'assortimento finale (262 prodotti), è stato necessario affiancare, a questa geometria base, packaging dalle forme più complesse.
Alcuni prodotti, come i vasetti di sugo o i sacchetti di patatine (Figura 112), hanno richiesto una modellazione tridimensionale manuale, anche se la pipeline di creazione degli atlas, UV editing ed esportazione DAE è rimasta invariata. Nel caso dei vasetti di sugo, ad esempio, si è scelto di partire da un cilindro, suddiviso verticalmente tramite loop cut e scalato lungo l'asse Z per riprodurre le proporzioni reali del contenitore (diametro ≈ metà dell'altezza). Successivamente, attraverso l'inserimento di edge loop addizionali e l'utilizzo del modificatore Bevel per smussare gli angoli, sono state modellate le nervature del corpo e il profilo della ghiera superiore, restituendo un livello di dettaglio essenziale, ma sufficiente a renderlo immediatamente riconoscibile all'interno dell'ambiente VR (si veda Figura 120). Per il sacchetto di patatine, è stato invece adottato un approccio di modellazione basato sulla simulazione fisica dei tessuti (cloth simulation). Il punto di partenza è stato un semplice piano bidimensionale, a cui è stata applicata una mesh di supporto tramite modificatore *Subdivision Surface* per aumentare la densità dei vertici.

Successivamente, è stata attivata la fisica del tessuto, impostando un vincolo di pressione interna che ha permesso di “gonfiare” il piano fino ad assumere l’aspetto tipico di una confezione morbida e piena. Una volta raggiunta la forma desiderata - con pieghe e rigonfiamenti realistici - il risultato della simulazione è stato bloccato e convertito in una mesh statica. Conclusa la modellazione, anche questi packaging sono stati oggetto di unwrap, UV editing e riallineamento delle isole sull’apposita immagine atlas (differente da quella utilizzata per i pack di pasta), quindi esportati in formato DAE e successivamente integrati in Unity.

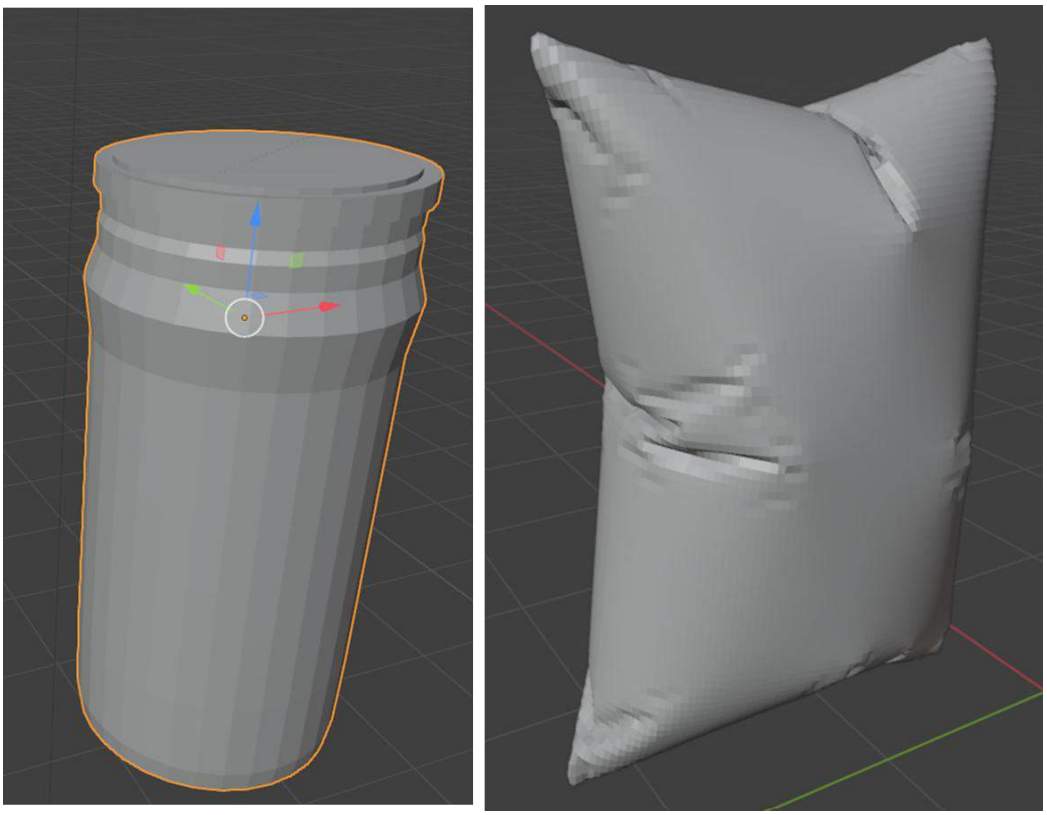


Figura 112: Modellazione 3d (Sx; esempio di cilindro modellato per confezione sughi pronti tramite loop cut e Bevel; Dx: creazione packaging patatine tramite effetto tessuto). Si veda Figura 120 per un esempio finale del render 3d del vasetto di sugo in ambiente VR.

Ai pack dalle geometrie più semplici, e a quelli ottenuti tramite modellazione, si è affiancato infine l’impiego di modelli prefabbricati provenienti da librerie esterne (TurboSquid in particolare), con alcuni interventi manuali in fase di sviluppo. Nel caso di biscotti e wafer, sono state applicate, ad esempio, leggere trasformazioni di scala per adattare le confezioni a formati differenti a seconda del marchio, mentre per bottiglie di birra e bevande gasate, dispenser di prodotti haircare e skincare i modelli originali sono rimasti sostanzialmente inalterati, grazie alla loro topologia già conforme alle specifiche di progetto, con correzioni minori in termini di proporzioni rispetto agli altri prodotti creati.

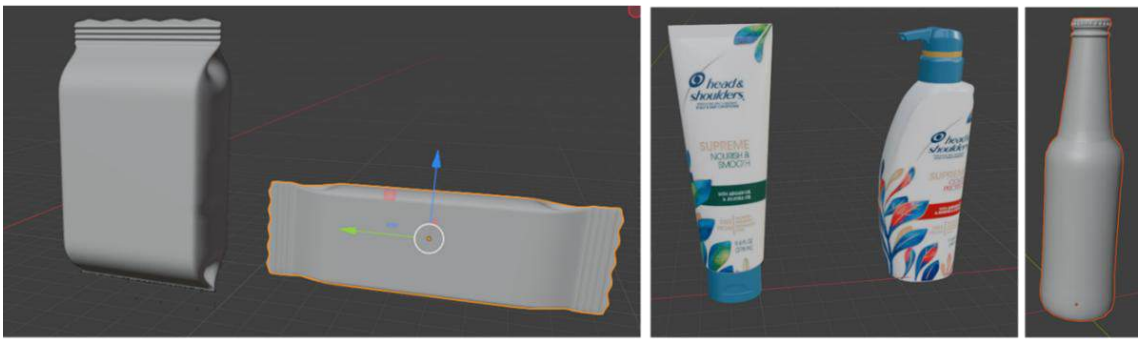


Figura 113: Modellazione prefab ottenuti da TurboSquid.

La coesistenza di packaging con forme differenti non risponde soltanto a esigenze estetiche. La varietà di volumetrie, proporzioni e silhouette crea nel sistema immersivo quella complessità percettiva (Syed & Shaheen, 2025) tipica di una reale corsia di supermercato, in cui oggetti di forme, colori e dimensioni diverse coesistono in uno spazio visivo ridotto, e "competono" per l'attenzione del consumatore. È importante sottolineare, tuttavia, come l'inserimento di modelli prefab (o modellati manualmente), pur garantendo una maggiore complessità e realismo nella scena, richieda al tempo stesso un maggiore effort sia nella creazione dell'atlas sia nel processo di UV editing. Nel caso della bottiglia di birra (Figura 114), ad esempio, è stato necessario ricalibrare manualmente tutte le differenti isole UV, suddividendo casco, spalla, collo e base a partire dall'immagine atlas creata.

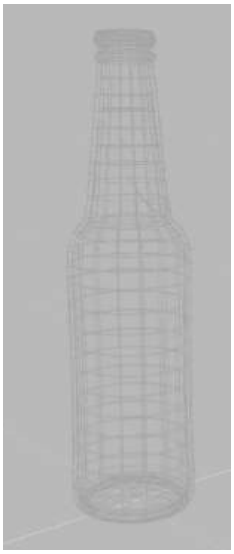


Figura 114: Il modello 3d di una bottiglia di birra

La pipeline qui discussa ha permesso quindi la creazione di un'offerta diversificata di prodotti, mantenendo coerenza nei passaggi di modellazione e texturing, e bilanciando la complessità dell'ambiente con le esigenze computazionali di ottimizzazione per l'ambiente Unity, il software attraverso cui l'intera esperienza VR è stata concretamente strutturata e resa operativa, come si vedrà nella sezione successiva.

4.3.2 Lo sviluppo dell'ambiente VR in Unity

L'intero supermercato virtuale è stato sviluppato a partire dal preset VR Core SDK (Software Development Kit) di Unity 2023: lo stesso attraverso cui i partecipanti hanno potuto svolgere la fase di training iniziale per prendere confidenza con i comandi e i meccanismi di interazione con gli oggetti (Figura 96a). Il VR Core SDK rappresenta ad oggi uno degli strumenti più flessibili per la progettazione e la realizzazione di ambienti virtuali interattivi, proponendo in un'unica pre-configurazione standardizzata differenti plugin fondamentali per un'esperienza virtuale complessa come quella del supermercato proposto.

Il primo di questi è l'*XR Origin*, ossia il rig virtuale che ancora la presenza dell'utente nello spazio tridimensionale. Si tratta di un GameObject composito che definisce il riferimento centrale per tutte le coordinate di movimento e include il Camera Floor Offset (ossia distanza del visore dal pavimento e che definisce l'altezza in ambiente VR), la Main Camera (dotata di componente TrackedPoseDriver, per far sì che il visore segua i movimenti di rotazione e traslazione del capo) e i controller (la cui posizione verrà poi renderizzata nell'ambiente VR tramite le videocamere esterne del visore).

Una corretta configurazione dell'XR Origin è cruciale per garantire il comfort dell'utente: tale assetto garantisce infatti, come visto nel modello sperimentale, che lo spazio virtuale renderizzato dal visore in ciascun momento sia correttamente adattato all'altezza del soggetto: motivo per cui è stata effettuata una prima fase di calibrazione ponendo il partecipante in posizione seduta (per ridurre sensibilmente la variabilità di altezza rispetto al pavimento/floor).

Per quanto concerne il processo di interazione con gli oggetti e i meccanismi di movimento, il VR Core SDK integra nativamente il plugin *XR Interaction Toolkit*, che pre-configura in modo completo tutte le funzioni associate a ciascun bottone e joystick dei due controller (si veda Figura 95a-95b-95c con spiegazione dei comandi). In particolare:

- Il modulo *XR Grab Interactable* gestisce la coppia *Interactor-Interactable*, in cui gli Interactor rappresentano gli agenti (i controller) e gli Interactable gli oggetti manipolabili. La configurazione di sistema permette di afferrare e rilasciare singoli oggetti, ampliarne o ridurne le dimensioni quando l'oggetto è afferrato (grabbed), ruotarlo, avvicinarlo e allontanarlo da sé. Il modulo garantisce inoltre che i singoli Interactable siano dotati di fisica, gestendo meccanismi di collisione e contatto fra di essi come nel mondo reale (se un oggetto colpisce un altro, il secondo subisce un effetto di spostamento e possibile caduta dettata dalla forza di gravità).

- Ad esso si aggiunge il sistema *Locomotion Providers*, che garantisce sia la realizzazione di movimenti continui (con occlusione del campo visivo laterale) tramite joystick del controller sinistro, sia uno snap turning tramite movimento laterale (Sx-Dx) del joystick del controller destro, e, sempre tramite lo stesso controller, il processo di teletrasporto sui punti di ancoraggio presenti nell'ambiente VR (si veda Figura 96a: ultima immagine a destra).

In particolare, l'effetto di occlusione visiva laterale - noto anche come vignetting (o tunneling) - è fondamentale durante la locomozione continua. Effettuando una mascheratura delle aree periferiche del campo visivo, il vignetting riproduce infatti un principio simile a quello che si attiva nel movimento reale: quando ci spostiamo, l'attenzione visiva tende naturalmente a concentrarsi nella direzione del movimento, mentre la visione periferica funge da contorno.

A livello percettivo, questo si traduce in una maggiore attivazione del sistema di visione dorsale nelle aree periferiche (preposto alla percezione spaziale e al movimento) e di quello ventrale (specializzato nel riconoscimento e nel dettaglio) nelle aree centrali del campo visivo. Il vignetting fornisce così un feedback visivo implicito all'utente, facendo focalizzare la sua attenzione sullo spazio verso cui si sta muovendo e riducendo il conflitto tra i segnali visivi (che indicano spostamento) e quelli statici del sistema vestibolare (legati alla postura ferma del corpo): mismatch che potrebbe generare sensazioni di nausea e motion sickness.



Figura 115: Uno dei partecipanti allo studio durante un movimento virtuale nell'ambiente.

Per quanto concerne l'ottimizzazione grafica, particolare attenzione è stata riservata alla gestione delle texture, elemento centrale in un ambiente ricco di stimoli visivi come il supermercato virtuale sviluppato. L'obiettivo del progetto era garantire una resa visiva nitida e quanto più realistica possibile degli elementi presenti in scena (packaging, etichette, superfici), senza sovraccaricare il sistema.

A tal fine, il progetto ha utilizzato la *Universal Render Pipeline* (URP) in modalità Single-Pass Instanced, una configurazione, pensata per la realtà virtuale, che consente di renderizzare simultaneamente entrambe le viste (occhio destro e sinistro) in un singolo passaggio, migliorando l'efficienza del calcolo grafico.

In combinazione, è stato impiegato il *Foveated Rendering*, una tecnica che concentra la massima risoluzione visiva nell'area centrale del campo visivo (dove è focalizzata l'attenzione dell'utente), mentre riduce progressivamente la qualità nelle aree periferiche: un compromesso efficace per mantenere alto il livello di dettaglio nel focus attentivo del partecipante, riducendo il carico computazionale e avvicinandosi ai principi della visione laterale e periferica del nostro sistema percettivo.

Tecniche ulteriori come il dynamic resolution scaling (adattamento dinamico della risoluzione in base alle risorse disponibili), l'occlusion culling (esclusione dal rendering degli oggetti non visibili alla camera) e la semplificazione degli shader hanno contribuito a mantenere un frame rate stabile (≥90 fps) anche su hardware standalone, come avvenuto durante la sessione sperimentale, in cui l'intero processo di renderizzazione di input e output era a carico dell'headset.

Infine, il progetto è stato strutturato secondo le best practice raccomandate per lo sviluppo VR: semplificazione degli ambienti dove possibile, modularità delle scene con creazione di wall per limitare il numero di pixel che il visore deve fisicamente renderizzare nella porzione di campo visibile, con un'attenzione al comfort dell'utente in termini di locomozione, latenza e immersività.

Verrà ora illustrato il meccanismo di funzionamento generale del supermercato VR, facendo ricorso alla registrazione della sessione sperimentale di uno dei partecipanti (Figura 115). Le Figure proposte mostrano le immagini renderizzate dalle due lenti del visore che, grazie alla disparità retinica, forniscono l'effetto di profondità e tridimensionalità. La sessione ha inizio nella ROOM 0, collocata esattamente al centro del supermercato (Figura 116).

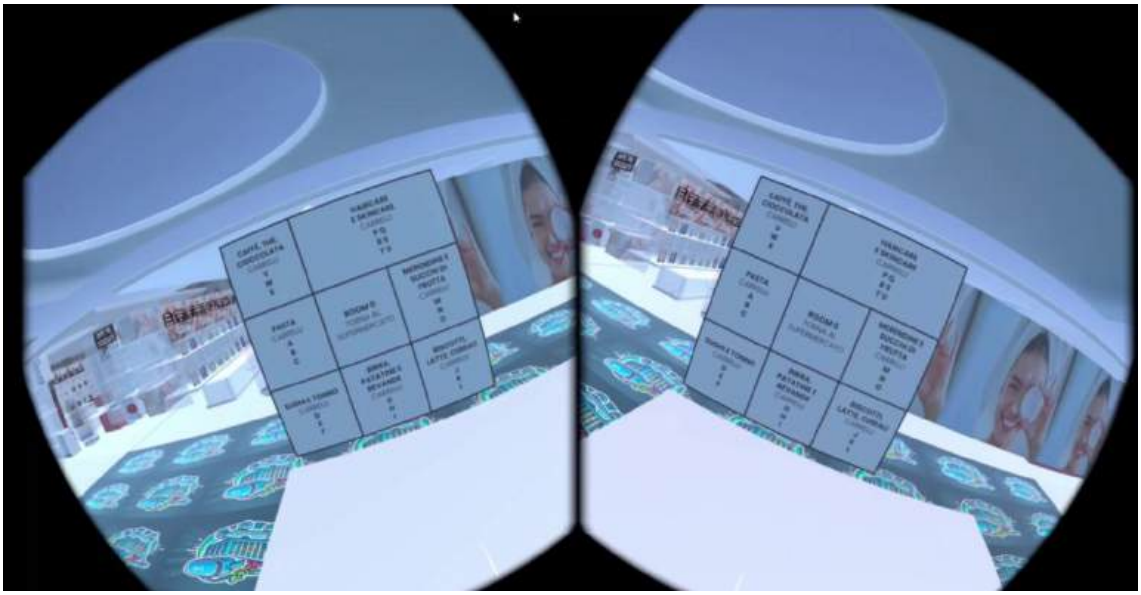


Figura 116: L'inizio dell'esperienza VR nella stanza centrale (ROOM 0) in cui è presente una mappa della posizione delle differenti stanze del supermercato

Durante questa fase introduttiva di ambientamento, priva di stimoli sonori di fondo, l'utente poteva visualizzare la mappa centrale, che illustra la posizione delle differenti stanze rispetto alla ROOM 0, e cambiare la visuale (tramite movimento della testa o snap turn del joystick destro), per rilevare le zone di accesso di ciascuna stanza (ognuna dedicata a prodotti differenti: allegati da A1-A7).

Durante tutta la durata dell'esperienza, il soggetto era accompagnato da un pannello trasparente, intitolato "LA TUA SPESA" (Figura 117, in basso), che lo affiancava "fisicamente" in ogni suo movimento. Questo follow-behavior è reso possibile dal suo ancoraggio strutturale all'XR Origin: la camera virtuale che rappresenta il POV del partecipante. Il pannello è infatti definito come *child object*, ossia come elemento subordinato dell'XR Origin stessa, in modo che segua la posizione del soggetto in qualsiasi momento.

Dal punto di vista tecnico, si tratta di un riadattamento funzionale delle interfacce di sistema del VR Core SDK (Figura 96a, al centro). Il pannello, inizialmente con sfondo nero, è stato reso trasparente, in modo da non compromettere la visibilità degli scaffali e dei prodotti e, come per le interfacce dell'SDK, poteva essere liberamente riposizionato nel campo visivo in base alle preferenze e alle esigenze del soggetto nei differenti momenti di acquisto.

Era infatti possibile sollevarlo e collocarlo in posizione centrale per consultare le informazioni riportate, oppure abbassarlo e collocarlo in una zona più laterale per liberare la visuale durante l'esplorazione delle scaffalature. Il pannello poteva inoltre essere ingrandito per facilitare la lettura, o ridotto per risultare meno invasivo nella scena. Come

nell'SDK le interfacce non sono dotate di fisica e quindi il pannello non poteva generare collisioni con altri elementi dell'ambiente (siano essi prodotti o scaffalature).

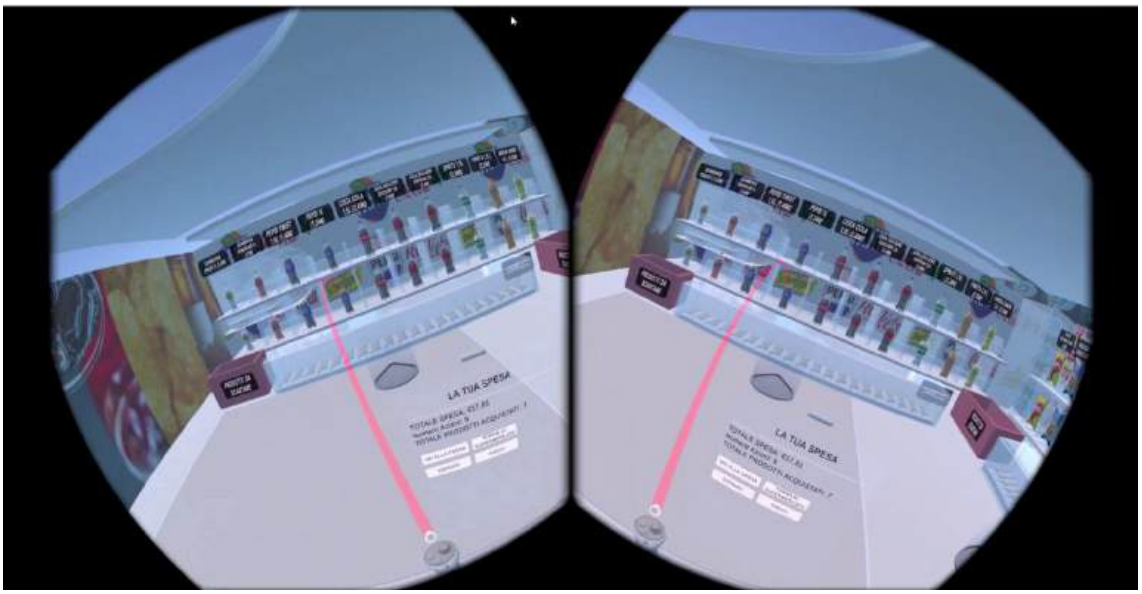


Figura 117: Il pannello di controllo della propria spesa

Le informazioni restituite dal pannello riportano in tempo reale il totale della spesa (€), il numero complessivo delle azioni effettuate (intendendo come azione ogni inserimento o rimozione di un prodotto da uno dei carrelli virtuali), e il numero totale dei prodotti acquistati fino a quel momento, ossia inseriti in uno dei carrelli del supermercato.

La parte inferiore del pannello ospitava invece quattro pulsanti (anch'essi frutto di un riadattamento dei button presenti nel VR Core SDK). In particolare:

- Il primo, "VAI ALLA CASSA", consentiva di accedere in qualunque momento alla zona di checkout (Figura 121), avviando la fase finale dell'esperienza, dedicata al riepilogo e al pagamento tramite bottone specifico. La zona di checkout era fisicamente separata dalle altre stanze e non accessibile tramite camminata libera (movimento continuo), o punti di ancoraggio, risultando quindi raggiungibile esclusivamente attraverso questo pulsante di teletrasporto.
- Il secondo, "TORNA AL SUPERMERCATO", riportava invece il soggetto alla stanza centrale (ROOM 0), vista in precedenza. Questo pulsante assolveva a una duplice funzione: da un lato, permetteva di tornare al supermercato dalla stanza di checkout (nel caso di ripensamenti o errori di acquisto prima della fase di pagamento); dall'altro, consentiva di raggiungere più rapidamente il centro dell'ambiente, per spostarsi agevolmente tra stanze collocate in aree distanti fra loro.

- I due pulsanti rimanenti erano dedicati alla visualizzazione dettagliata dei contenuti dei carrelli: attraverso l'opzione "ESPANDI" il partecipante poteva consultare in ogni momento l'elenco completo dei prodotti inseriti in ciascuno dei carrelli posti all'interno del supermercato (con nome e prezzo), mentre l'opzione "RIDUCI" consentiva di nascondere il dettaglio e alleggerire la visualizzazione mostrando solo le tre informazioni essenziali e i quattro bottoni.

In termini di user experience, il pannello svolge una funzione centrale. Questa visualizzazione costante, o comunque sempre disponibile e a portata di mano, ma non invasiva, restituisce un chiaro senso di avanzamento esperienziale (con un aumento dei conteggi della spesa nel corso del tempo), offrendo all'utente la possibilità di monitorare costantemente e ricevere feedback sui propri acquisti.

Il pannello potrebbe essere dunque considerato il *corrispettivo virtuale dei sistemi di lettura autonoma della spesa,* oggi ampiamente diffusi in molte catene della grande distribuzione, ma con una differenza sostanziale: il suo funzionamento non si basa sulla scansione di codici a barre, bensì sul contatto fisico diretto tra prodotto e carrello virtuale, come si vedrà in seguito. È proprio questo gesto "fisico e concreto" - l'inserimento dell'articolo nel carrello - a generare la registrazione automatica dell'acquisto e l'aggiornamento in tempo reale delle informazioni. Un sistema che richiama, anche se in forma diversa, le logiche implementate nei negozi Amazon Go, basati sulla tecnologia *Just Walk Out*, in cui l'azione fisica di prelevare e posizionare un prodotto nella propria borsa è di per sé sufficiente per attivare la transazione, senza bisogno di scannerizzazioni di codici a barre. Questo meccanismo di inserimento del prodotto nel carrello si può comprendere appieno solo approfondendo la strutturazione della stanza di acquisto.

Tutte le sette stanze presentato la medesima struttura, così da garantire una continuità visiva e di organizzazione fra i diversi ambienti. L'ingresso (si veda Figura 117 a sinistra) è caratterizzato da una parete decorativa che riporta immagini rappresentative delle categorie merceologiche presenti nella stanza (ad esempio Birre, Patatine e Bevande Gasate: Figura 117). Ogni stanza presenta un soffitto semiaperto, così da dare un senso di respiro all'ambiente, ma, al tempo stesso, limitare il carico di rendering necessario al visore.

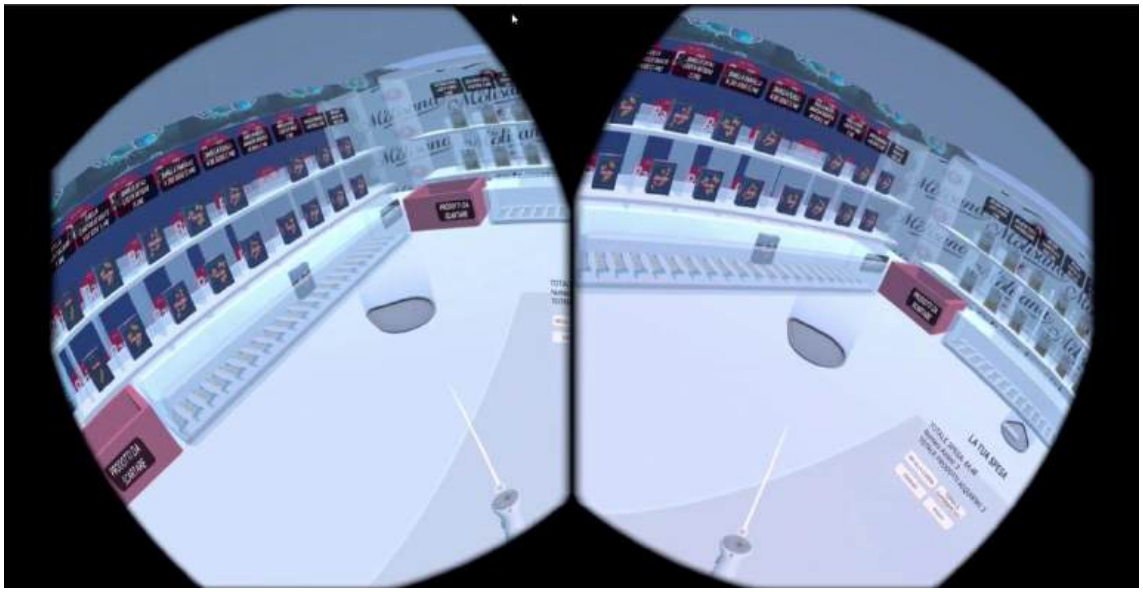


Figura 118: La stanza 1 dedicata alla pasta, in cui si possono vedere le scaffalature con i differenti prodotti, i muri brandizzati, i punti di ancoraggio, i box in cui inserire i prodotti (trasparenti e davanti alle scaffalature) e i box rossi in cui posizionare eventuali prodotti che si sono afferrati ma che si è deciso di non comprare.

Sui tre lati interni si estendono scaffalature modulari, ciascuna composta da due ripiani, sui quali sono stati disposti un totale di due o quattro confezioni per ciascun prodotto: ogni SKU occupava quindi una porzione verticale specifica e delimitata da due separatori trasparenti. Un pannello sovrastante (nero e con scritte bianche) riportava invece il nome e prezzo di ciascun articolo: una scelta cromatica volta a creare un distacco rispetto alla parete posteriore di ciascuno shelf, che è stata di volta in volta personalizzata con i rispettivi loghi dei brand presenti nella scaffalatura antistante (si veda Figura 118 con aree monobrand di Barilla e Molisana e relativo muro tematico posteriore).

In ciascuna stanza è stata riproposta la duplice modalità di movimento del VR Core SDK: da una parte la possibilità di muoversi in maniera continua e libera, tramite joystick del controller sinistro, dall'altra il teletrasporto su punti di ancoraggio, posti davanti a ogni scaffale, per consentire spostamenti rapidi e precisi, tramite point-and-click del joystick del controller destro.

Due ulteriori punti di ancoraggio sono stati posizionati in prossimità del varco di ingresso: uno in direzione di entrata e uno in verso di uscita (il punto di vista del partecipante, una volta usato il punto di ancoraggio, è determinato dall'orientamento del punto di ancoraggio stesso rispetto all'ambiente). Davanti a ciascun scaffale, oltre al punto di ancoraggio, è stato posizionato un "box" trasparente recante sul fondo l'icona di un carrello (Figura 119). Ogni box carrello era denominato in modo sequenziale (CARRELLO_A, CARRELLO_B, ecc.)

e la loro posizione all'interno delle stanze era riportata anche sulla mappa presente nella ROOM 0.



Figura 119: Un focus sul box carrello posto davanti ad ogni scaffalatura. L'inserimento fisico del prodotto in questa area risulta poi convertito nel conteggio della propria spesa.

Come si evince in Figura 119, è proprio l'inserimento fisico del prodotto all'interno di questa area a determinare la sua registrazione automatica nel conteggio della spesa effettuata dal soggetto. Agli angoli di ogni stanza erano invece presenti box rossi contrassegnati dalla dicitura "PRODOTTI DA SCARTARE", destinati a raccogliere articoli afferrati ma che si decideva di non acquistare: prodotti inseriti in queste box non venivano quindi conteggiati e considerati come acquistati.

La logica di inserimento, per entrambe le tipologie di box, era naturalmente reversibile: un prodotto collocato nel box carrello poteva essere rimosso in qualsiasi momento, e in tal caso veniva automaticamente escluso dal conteggio finale, mentre un prodotto inserito nei box rossi poteva essere spostato nelle box carrello e quindi conteggiato. In termini di sviluppo delle stanze si è ricercato, anche in Unity, di creare una pipeline standardizzata di sviluppo. Tutti gli elementi costitutivi della stanza visti finora - scaffalature, box-carrello, punti di ancoraggio, pannelli informativi, carrelli rossi e decorazioni murali fino ai singoli prodotti - sono organizzati come child objects di un unico parent object denominato "Stanza_numero". La duplicazione di questo parent object genera una replica esatta dell'intera room, in cui restano immutati i rapporti di posizione e scala tra tutti gli oggetti figli, consentendo di ruotare o riposizionare la nuova stanza creata nel supermercato senza alterarne la configurazione interna.

In altre parole, ciascuna nuova stanza è il risultato di una duplicazione della Stanza 1, in cui si è di seguito intervenuti sulla customizzazione, aggiornando le etichette con nome e prezzo di ciascun prodotto, modificando materiali e texture delle pareti brandizzate e rinominando i box-carrello, oltre, ovviamente, alla modifica dei prodotti presenti. All'interno di ogni stanza il vero cuore dell'interazione è tuttavia la possibilità di manipolazione dei prodotti.

I prodotti presenti sugli scaffali sono stati resi manipolabili sfruttando il sistema Interactor-Interactable del VR Core SDK, visto in precedenza. In particolare, ogni articolo è stato costruito a partire dallo stesso Interactable cubico azzurro utilizzato durante la fase di training (si veda Figura 96a, sezione Manipolazione Oggetti), ovvero l'oggetto base fornito dal preset SDK per testare le interazioni manuali di grab, rotazione, riduzione e ampliamento delle dimensioni, avvicinamento e allontanamento, e fisica di collisione.
Questo cubo, una volta reso completamente trasparente, è stato configurato come *parent object* del corrispondente packaging 3D, importato da Blender in formato DAE. La gerarchia parent-child risulta ancora una volta cruciale: le proprietà interattive (afferrare, ruotare, ridimensionare, allontanare o avvicinare l'oggetto) si applicano esclusivamente all'Interactable invisibile, e qualsiasi trasformazione viene automaticamente trasferita al modello visibile, ossia al packaging che l'utente ha la percezione di afferrare e manipolare. Si tratta, a tutti gli effetti, di un vero e proprio *trompe-l'œil virtuale interattivo*. Pur avendo l'impressione di afferrare direttamente il packaging del prodotto, l'utente interagiva in realtà con un contenitore trasparente standardizzato, identico per tutti gli articoli e visivamente nascosto dalla geometria della confezione.
Una volta definito questo Interactable base - adattato in forma e dimensione per combaciare con il primo modello DAE (pacco di Pasta) - è stato possibile duplicare l'oggetto (Interactable+DAE) direttamente in Unity, sostituendo soltanto il file DAE (il modello geometrico visibile del pack), aggiornando i materiali (texture e colori) per le differenti varianti e, se necessario, modificando il collider (Interactable) per adattarlo a geometrie di pack più complesse (ad esempio bottiglie di birra o patatine dalle forme meno regolari).



Figura 120: La manipolazione dei packaging resa possibile dal rapporto parent child fra Interactable e DAE

Questa pipeline ha avuto un duplice vantaggio:

- ha evitato in fase di sviluppo di riconfigurare manualmente le dinamiche di interazione dei 262 prodotti presenti;
- al tempo stesso il pack DAE, in quanto child object dell'Interactable, eredita tutte le sue proprietà fisiche e tutti i prodotti finali reagivano in modo coerente e standardizzato con i comandi masterizzati durante la fase di training. Ogni pack di prodotto era manipolabile secondo i medesimi principii prima descritti, e ogni oggetto reagiva, secondo principii fisici, alle interazioni con altri oggetti dell'ambiente circostante.

Il risultato è un'esperienza credibile per l'utente, per cui ogni pack è "realmente" afferrabile e dotato di massa, gravità e forza di collisione con gli altri prodotti presenti in scena, garantendo tuttavia un'ottimizzazione e leggerezza computazionale per il visore.

La zona di checkout, infine, rappresenta l'ultima tappa dell'esperienza di shopping virtuale, in senso sia logico che cronologico. Si tratta di una vera e propria zona a sé del supermercato, con una struttura e logiche di interazione differenti rispetto alle sette stanze prima descritte. L'accesso ad essa avveniva esclusivamente tramite il comando "VAI ALLA CASSA", selezionabile sul pannello di controllo (Figura 117), poiché questa stanza è stata fisicamente separata dal resto dell'ambiente (non raggiungibile tramite movimento continuo o punti di ancoraggio). Una volta giunto alla cassa, il partecipante trovava davanti a sé a un pannello che riassumeva gli acquisti effettuati (Figura 121).

Nella parte superiore sono visibili i tre indicatori principali presenti anche nel pannello ridotto (ancorato all'XR Origin): il totale della spesa, il numero complessivo delle azioni effettuate (numero di inserimenti e rimozioni di prodotti dai carrelli), e il conteggio dei prodotti acquistati. Nella sezione inferiore, al di sotto del tasto "PAGA", è invece visualizzato un bullet point degli articoli selezionati, con nome e prezzo, a prescindere dal carrello in cui sono stati inseriti.



Figura 121: Il pannello di checkout nella zona Cassa.

Quando il soggetto veniva teletrasportato alla cassa, non solo questo pannello di checkout veniva aggiornato, ma uno script C# (si veda sezione 4.3.2) generava automaticamente una copia visuale di ciascun prodotto acquistato, disposte lungo un array ordinato con posizioni predefinite di fronte al partecipante (Figura 122). L'ordine di disposizione non segue un criterio cronologico di selezione, ma è determinato dall'ordine progressivo dei box-carrello attivati da almeno un acquisto (CARRELLO_A, CARRELLO_B). Questa disposizione visuale restituisce un riepilogo tangibile e immediato, consentendo al soggetto di vedere concretamente tutti i prodotti acquistati, anche nel caso di più confezioni della stessa SKU, e, se lo desiderava, di tornare al supermercato per rimuovere eventuali prodotti inseriti nei carrelli prima di finalizzare il pagamento.

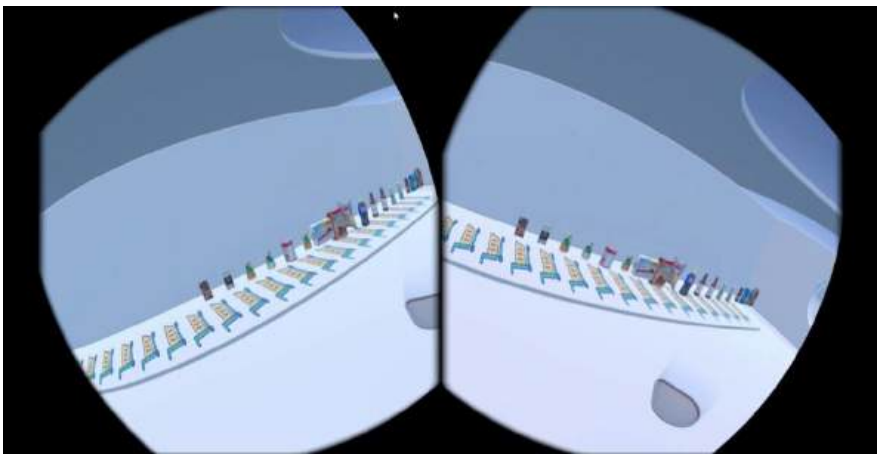


Figura 122: La copia dei prodotti acquistati

La selezione del pulsante "PAGA" (Figura 121), effettuabile tramite click del bottone anteriore di ciascun controller, segnava infine la conclusione formale dell'esperienza immersiva. Da questo momento in poi, il pannello di checkout scompariva e qualsiasi nuovo prodotto inserito nei carrelli non veniva più conteggiato nella spesa del partecipante. La fase di training dell'esperienza VR (acquistare un pacco di pasta inserendolo nel carrello, test dei diversi bottoni del pannello spesa e teletrasporto nella zona di checkout) aveva quindi lo scopo di illustrare al partecipante, dopo la lettura delle indicazioni a schermo, i principi di funzionamento del supermercato qui descritti. Una volta effettuata la prima simulazione di acquisto (pacco di pasta), il partecipante procedeva poi in piena autonomia per gli 8 minuti prefissati, con eventuale supporto dello sperimentatore che monitorava l'andamento tramite la funzione Casting sul proprio laptop.

La presente sezione ha illustrato la struttura e le modalità di funzionamento del supermercato virtuale: dal ruolo della stanza centrale, alle modalità di navigazione nelle room dedicate alle diverse categorie di prodotto, fino alla manipolazione di oggetti, il

processo di acquisto e la conclusione nella zona di checkout. Per rendere pienamente operativi questi meccanismi, l'ambiente Unity è stato integrato con una serie di script C# non nativi.

4.3.3 Gli script C# per Unity e la creazione di una customer shopping experience

Se la sezione precedente ha descritto il riadattamento funzionale dell'ambiente VR Core SDK in un supermercato, questa sezione illustra il contributo determinante degli script in linguaggio C#. È stato infatti grazie a queste componenti personalizzate - realizzate tramite *vibecoding* con ChatGPT 4o - che l'ambiente è potuto evolvere da una mera simulazione interattiva a una vera e propria esperienza d'acquisto. Là dove il framework SDK forniva gli asset fondamentali per l'interazione e la locomozione, sono stati questi script a orchestrare i meccanismi specifici della spesa: il conteggio in tempo reale, la gestione dei carrelli, il riepilogo alla cassa e la presenza di suoni ambientali. In altre parole, hanno trasformato una piattaforma potenzialmente ludica in una customer journey credibile.

Per aumentare il livello di immersività e dare al partecipante la sensazione di essere "realmente" in un supermercato, è stato in primo luogo sviluppato lo script denominato *Feet Collision Suoni* (Allegato B1). Questo script svolge una funzione binaria: attiva automaticamente dei rumori di sottofondo di un generico supermercato quando il soggetto si trova in una delle sette stanze dedicate ai prodotti, e li disattiva una volta che il partecipante rientra nella ROOM 0 o nella stanza di checkout. L'audio ambientale (link per l'ascolto) veniva riprodotto dagli altoparlanti dello stesso Oculus, impostato per tutti i soggetti su un volume intermedio tale da renderlo udibile ma mai invasivo e disturbante. Dal punto di vista tecnico, questo processo di riproduzione sonora si basa sul contatto tra due collider:

- Il primo, posizionato sotto il pavimento e quindi non visibile al soggetto, era ancorato come child object all'XR Origin (la camera che rappresenta la prospettiva e la posizione del soggetto nell'ambiente VR). In questo modo, il collider seguiva tutti i movimenti del partecipante, siano essi di locomozione o di teletrasporto tramite punti di ancoraggio o i pulsanti dedicati del pannello di controllo "TORNA AL SUPERMERCATO" e "VAI ALLA CASSA".
- In corrispondenza delle sette stanze del supermercato, è stato collocato - sempre sotto il pavimento e quindi non visibile - un box collider analogo ma fisso, e corrispondente al perimetro di ciascuna stanza.

Non sono stati invece inseriti collider nella ROOM 0 e nella stanza di checkout, e questa scelta risponde a una logica precisa. Questi due ambienti sono stati infatti concepiti come spazi "neutri", in cui l'assenza di suoni ambientali segna una sospensione dell'azione interattiva legata all'acquisto.

- La ROOM 0 è progettata infatti come zona iniziale di orientamento e familiarizzazione con l'ambiente, dove, insieme allo sperimentatore, venivano ripresi i principali comandi di interazione con l'ambiente VR e da cui aveva inizio la prima fase di acquisto simulato (un pacco di pasta). La ROOM 0 svolgeva inoltre per i partecipanti il ruolo di stanza di passaggio, una sorta di snodo centrale dell'ambiente, privo di prodotti. I partecipanti, dopo aver esplorato una stanza tematica del supermercato, vi facevano infatti frequentemente ritorno per poi accedere a una nuova stanza per l'acquisto di altri prodotti. La sua neutralità acustica ha quindi una doppia funzione: da un lato favorisce la comunicazione iniziale e il riepilogo dei comandi nella fase di prova, dall'altro introduce una pausa percettiva tra momenti di esplorazione differenti, accompagnando implicitamente il soggetto in un processo di transizione e rifocalizzazione da un ambiente a un altro.
- La stanza di checkout rappresenta invece lo spazio conclusivo dell'esperienza, dove non è più previsto alcun comportamento d'acquisto, ma solo la possibilità di visualizzare i prodotti selezionati e concludere il pagamento. Anche in questo caso, l'assenza di suoni di sottofondo contribuisce a rafforzare il senso di transizione fra due momenti esperienziali differenti e con funzioni distinte.

La presenza o assenza di suono diventa così un indicatore implicito, ma che guida il soggetto: dove è presente, è possibile l'esplorazione delle scaffalature, l'interazione con i prodotti e il loro acquisto (tramite inserimento nel carrello); dove è assente, si apre invece uno spazio più riflessivo sulla propria spesa (CASSA) o una fase di transizione fra due momenti di acquisto (ROOM 0). Dal punto di vista tecnico, lo script traduce il meccanismo di interazione "fisica" tra i due box collider, quello mobile del soggetto e quello fisso della stanza, in comportamenti differenziati di riproduzione audio, tramite funzioni specifiche.

- Nel momento in cui il soggetto entra in una stanza e i due collider entrano così in contatto, lo script attiva il metodo *OnTriggerEnter*, che azzera un contatore interno denominato fadeTimer e imposta il flag fadingIn. Quest'ultimo segnala l'avvio di una transizione audio in entrata. Nel ciclo *Update()*, eseguito costantemente durante l'esperienza, il volume viene gradualmente incrementato tramite la funzione

Mathf.Lerp, fino a raggiungere il livello impostato (50% del volume massimo). Solo al termine della dissolvenza, il suono ambientale viene effettivamente avviato attraverso il comando *_audioSource.Play()*, con impostazione in loop. L'inizio di contatto tra i due collider viene dunque interpretato dallo script come ingresso in una "zona attiva di acquisto", nella quale il background sonoro immerge progressivamente il soggetto in un contesto di esplorazione e interazione.

- Durante la permanenza nella stanza, ovvero finché i due collider rimangono in contatto, lo script non interviene ulteriormente: il suono continua a essere riprodotto in modo stabile e continuo.
- Nel momento in cui il soggetto lascia invece la stanza, e quindi i due collider si separano, lo script attiva il metodo *OnTriggerExit*, che nuovamente azzera il fadeTimer e imposta questa volta il flag fadingOut. Anche in questo caso, il ciclo *Update()* gestisce la variazione graduale del volume, che viene progressivamente ridotto fino al silenzio. Solo al termine della dissolvenza viene interrotta la riproduzione sonora tramite il comando *_audioSource.Stop()*. L'uscita da una zona attiva di esplorazione è dunque rimarcata da una dissolvenza acustica in uscita.

L'intero meccanismo dimostra come un'interazione fisica elementare, come il contatto tra due volumi (box collider), possa diventare il trigger per una modulazione complessa di suoni ambientali, capace di aumentare il senso di presenza (Slater, 2009). L'utente, salvo che nella fase iniziale di acquisto guidato in cui poneva un'attenzione focalizzata su questo stimolo, percepisce il background sonoro come parte del contesto e coerente con esso, rafforzando la sensazione di trovarsi realmente in un supermercato. Come accade in un reale punto vendita, dove i rumori di fondo non sono oggetto di attenzione continua ed esplicita se non nelle prime fasi di entrata, così il background sonoro virtuale opera come segnale implicito, crea un'atmosfera coerente con il luogo: un luogo animato da voci, suoni e interazioni fra persone. La presenza di questa dimensionalità sonora verrà quindi tenuta in considerazione in fase di analisi dei punteggi del Presence Questionnaire (Q16). Lo stesso principio di contatto tra due box collider è stato applicato, anche se con una logica differente, nello script *Carrello* (B3), che verrà analizzato dopo lo script *Nome e Prezzo Prodotto* (B2), da cui dipende direttamente.

Lo script Nome e Prezzo Prodotto (Allegato B2) rappresenta il primo tassello del sistema di tracciamento degli acquisti precedentemente analizzato (Figura 119), che comprende l'inserimento dei prodotti nel carrello, il conteggio degli articoli e il calcolo del totale spesa.

Dal punto di vista tecnico, lo script permette di aggiungere nell'ambiente di sviluppo Unity due variabili - nomeProdotto e prezzoProdotto - a ciascun *Interactable* (il contenitore trasparente che consente di afferrare e manipolare il packaging). Una volta collegato lo script al primo interactable (che veniva poi duplicato per creare i differenti prodotti), i campi di queste due variabili sono stati compilati manualmente per ogni referenza (ad esempio: *nomeProdotto*: BARILLA CELLENTANI 500G; *prezzoProdotto*: 1,39€), prima dell'export dell'APK per il visore.
Il principio è simile a quello dell'etichettatura fisica con codice a barre nel mondo reale: mentre in supermercato tradizionale il codice a barre posto su ciascun pack rimanda a un database esterno che contiene nome e prezzo di ciascuna SKU, qui l'oggetto stesso contiene internamente queste informazioni di sistema. In questo modo, ogni prodotto nell'ambiente immersivo porta con sé le proprie informazioni (le stesse mostrate dal cartello, con nome e prezzo, posto sopra lo scaffale). Lo script B2 ha quindi semplicemente permesso al sistema VR di "sapere" per ciascun pack quale fosse il prodotto e il suo relativo costo così che fosse correttamente conteggiato nella spesa nel momento in cui fosse posizionato in uno dei carrelli del supermercato. Le due variabili sono state rese pubbliche per consentirne l'accesso agli script successivi - in particolare allo script Carrello (Allegato B3) - e permetterne la visualizzazione e l'aggiornamento nel pannello *LA TUA SPESA* durante l'esperienza immersiva.

Lo script *Carrello* (Allegato B3) costituisce il cuore del sistema di tracciamento degli acquisti, traducendo il gesto fisico di inserire o rimuovere un prodotto da uno dei carrelli posizionati davanti alle scaffalature in un'azione di acquisto o di eliminazione dalla spesa. Si può paragonare l'esperienza di acquisto vissuta dai partecipanti, per comprenderla pienamente, come il trovarsi da soli in un intero supermercato a propria disposizione: ci si muove liberamente tra i reparti, inserendo i prodotti nei carrelli fissi distribuiti lungo le corsie senza la necessità di trasportarli fisicamente. Al momento del pagamento, nella zona cassa, tutti gli articoli selezionati saranno disponibili per il ritiro, mentre il "lettore personale della spesa" resta sempre a disposizione e si mantiene costantemente aggiornato, segnalando in tempo reale quali prodotti sono stati acquistati e in quali carrelli del supermercato sono stati collocati.
In questo modello, analogo per certi aspetti al sistema *Just Walk Out* di Amazon, non è richiesta alcuna scansione manuale del codice a barre, né di portare i prodotti nel proprio carrello personale: il sistema riconosce automaticamente i prodotti inseriti o rimossi, ne

rileva nome e prezzo, e aggiorna istantaneamente sia il totale spesa sia l'elenco degli articoli acquistati per ciascun carrello in cui li abbiamo inseriti.

Tecnicamente, questo complesso meccanismo di tracciamento, si basa su un elementare contatto tra due *collider*: il box-carrello trasparente, configurato come *trigger* e a cui è stato associato lo script B3 (ogni carrello aveva un nome specifico *CARRELLO_LETTERA* riportato anche in VR e visibile al soggetto), e il box dell'oggetto prodotto (*Interactable*), con nome e prezzo assegnati dallo script B2.

Quando i due *collider* entrano o escono dal contatto fisico, il sistema interpreta l'evento come inserimento o rimozione nella propria spesa di quello specifico prodotto (informazione derivata da B2), e incrementa un contatore interno (*numeroAzioni*) in cui con il termine azione, si ricorda, ci si riferisce a qualsiasi atto di aggiunta o rimozione di un prodotto qualsiasi da uno qualsiasi dei box-carrello.

Questo contatore segnala al sistema che lo stato della spesa è cambiato (un prodotto è stato aggiunto o scartato) e attiva l'aggiornamento dei dati. In questo modo, non è necessario verificare continuamente lo stato di tutti i carrelli: l'aggiornamento avviene solo quando c'è una variazione effettiva (sia esso di inserimento o rimozione dalle aree carrello), riducendo il carico computazionale per il visore. Ad ogni evento, sia esso di aggiunta o rimozione di un prodotto, lo script B3 recupera tutti i dati dei prodotti acquistati (posizionati nei differenti carrelli), e aggiorna l'elenco dettagliato dei prodotti inseriti in ciascun carrello (con nome e quantità), il totale parziale di ogni carrello e un riepilogo aggregato con il totale complessivo, il numero totale di azioni effettuate e il numero totale di prodotti acquistati.

Tutte queste informazioni vengono mostrate in tempo reale nel pannello *LA TUA SPESA* (Figura 123), che funziona come il "display" del lettore automatico (si pensi al Presto Spesa Esselunga), tramite lo script B4.

Lato utente il tutto è vissuto come un'interazione naturale e immediata: mettere o togliere un prodotto dal carrello produce lo stesso feedback istantaneo di un sistema di scansione personale tramite codice a barre, senza bisogno di scansionare il codice a barre stesso. Lo script B3 è così riuscito a coniugare la fisicità della spesa reale, in cui si posizionano i prodotti scelti nel proprio carrello (in questo caso più carrelli disposti nelle diverse stanze), con i moderni sistemi di lettura automatica della spesa, avvicinandosi anche se in forme diverse ai più sviluppati sistemi di negozi automatici Amazon.

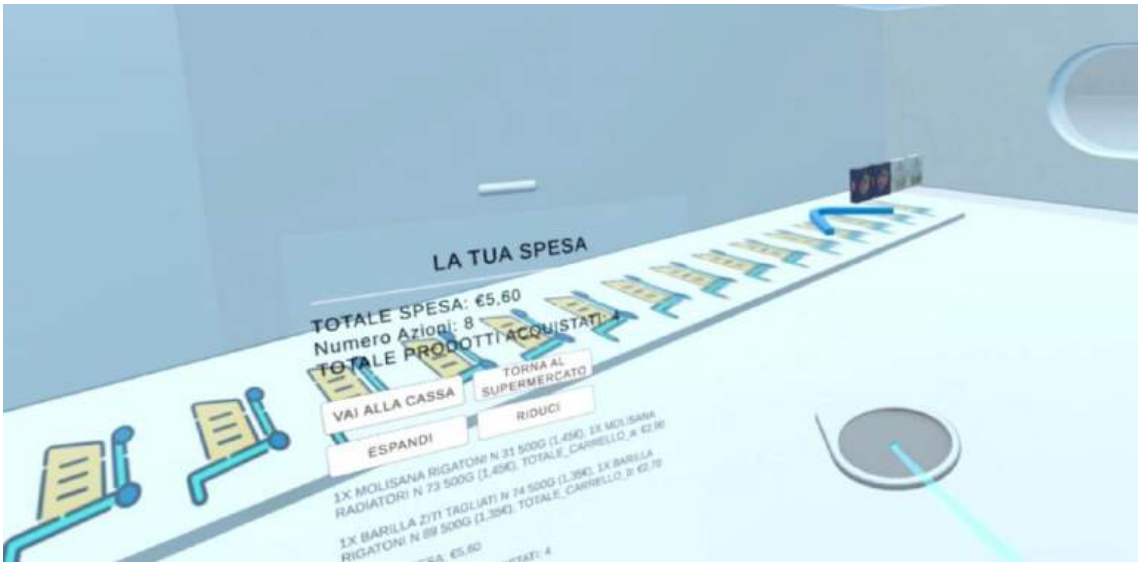


Figura 123: Interfaccia del pannello di controllo visibile all'interno del supermercato VR, e che segue il soggetto anche nella fase finale di checkout.

Lo script *UIManager* (Allegato B4) è il responsabile della gestione del pannello di controllo esperienziale (si vedano Figure 123 e 124), già descritto nelle sezioni precedenti, che consente di visualizzare in modo ordinato e flessibile le informazioni relative alla spesa.

Lo script, collegato in Unity allo stesso pannello, non genera nuovi dati, ma riorganizza in due modalità visive distinte, una completa e una ridotta, il debug log testuale ricevuto da B3, che resterebbe altrimenti invisibile al partecipante, anche se computato dal sistema.

In particolare, lo script estrae automaticamente solo le ultime tre righe del riepilogo completo (le più rilevanti per l'utente che mostrano TOTALE SPESA, NUMERO AZIONI, TOTALE PRODOTTI ACQUISTATI) e le mostra nella versione compatta del pannello (parte superiore), riportando invece il messaggio completo nella parte inferiore (sotto i quattro bottoni). Questo approccio permette di avere sempre a disposizione, in modo chiaro e non invasivo, le informazioni essenziali, lasciando comunque la possibilità di consultare il dettaglio completo di ciascun carrello tramite la funzione ESPANDI e RIDUCI.

Lo stesso script gestisce anche il funzionamento dei quattro pulsanti presenti, utilizzando il metodo *onClick.AddListener()* per associare a ciascuno una funzione specifica. I due pulsanti (goToCheckoutButton: VAI ALLA CASSA e returnToSupermarketButton: TORNA AL SUPERMERCATO) attivano un teletrasporto del partecipante all'interno dell'ambiente virtuale in due coordinate specifiche a seconda della stanza, modificandone la posizione e l'orientamento tramite la funzione *TeleportTo()*, che aggiorna dinamicamente i parametri di posizione e rotazione del rig XR (XRSetupOrigin). Gli altri due pulsanti (expandButton e reduceButton: ESPANDI e RIDUCI) regolano invece la visibilità del testo esteso, attivando o disattivando l'oggetto debugText attraverso la

funzione *ToggleDebugTextVisibility()*. Lo script B4 rappresenta quindi il componente che rende accessibili e navigabili, attraverso un pannello leggibile e reattivo, le informazioni elaborate dagli script precedenti durante l'esperienza di acquisto.



Figura 124: Interfaccia del pannello di controllo visibile all'interno del supermercato VR. Il soggetto può leggere il totale spesa, il numero di azioni e i prodotti acquistati nella parte alta, interagire con i pulsanti di navigazione e visualizzazione, trovando infine nella parte bassa un dettaglio spesa per ognuno dei carrelli attivati da un acquisto.

L'esperienza di acquisto trova infine la sua naturale conclusione nella cassa del supermercato il cui funzionamento generale è regolato dagli script B5-B6 che saranno ora analizzati.

Lo script *ScaffalaturaCheckout* (Allegato B5) trasforma il riepilogo testuale dei prodotti acquistati dello script B3 in una visualizzazione tridimensionale statica. Quando l'utente seleziona il pulsante "VAI ALLA CASSA", lo script attiva la funzione *OnGoToCheckout()*, che legge il contenuto del log testuale (*elencoProdotti.text*), estrae i nomi dei prodotti tramite *ExtractProductName()* e identifica gli oggetti originali già presenti in scena con *FindProductInScene()*. Per ciascun prodotto identificato, viene generata una copia fisica utilizzando *Instantiate()*, posizionata nella zona cassa lungo una scaffalatura virtuale predefinita di 96 slot (*array positions[]*), di cui si può vedere un esempio in Figura 125 (in basso a destra). Le copie create mantengono scala, etichette, materiali e mesh grazie alla funzione *ResetToOriginalScale()* e a *CopyAllComponentsAndChildren()*, garantendo una replica fedele dell'aspetto visivo del prodotto (il DAE). Un aspetto rilevante è che ogni oggetto copiato mantiene la stessa relazione spaziale rispetto al proprio punto di ancoraggio originario: in altre parole, se un pacco pasta è orientato frontalmente rispetto al punto di ancoraggio presente davanti alla scaffalatura (si veda Figura 118), anche la sua copia nella

zona cassa (si veda Figura 125) sarà orientata nello stesso modo rispetto al punto di ancoraggio del checkout (visibile in basso a destra). Questo è reso possibile dal calcolo della rotazione relativa *CalculateRelativeRotation()* e dall'orientamento del rig cassa *telereportCassa.rotation*.

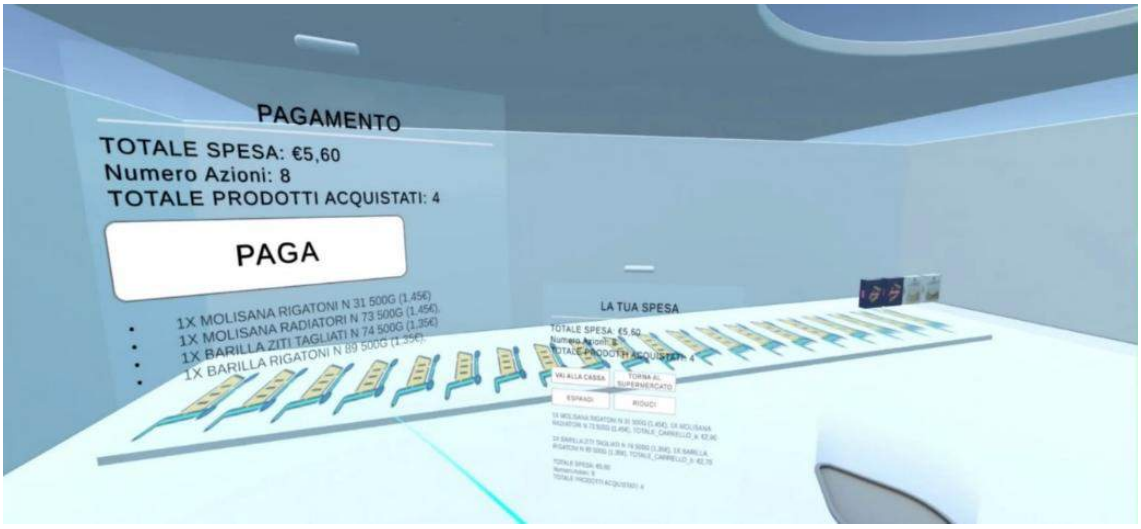


Figura 125: La zona di checkout. A sinistra il pannello di pagamento tramite cui Il soggetto può visualizzare il riepilogo finale della propria spesa e confermare l'acquisto con un semplice clic sul pulsante "PAGA". A destra la copia dei prodotti (formato DAE) inseriti nei carrelli e ordinati in modo sequenziale lungo un array di 96 posizioni predefinite: le copie non sono manipolabili, ma semplici double virtuali dei prodotti inseriti nei differenti carrelli delle sette stanze.

L'intera operazione di duplicazione non avviene in modo continuo, ma è attivata esclusivamente quando l'utente clicca sul pulsante "VAI ALLA CASSA". Dal punto di vista tecnico, questa scelta evita un controllo costante dello stato dei carrelli, che avrebbe sottratto risorse computazionali al visore e, proprio per questa stessa ragione, l'accesso alla zona checkout è stato progettato per essere possibile solo tramite quel pulsante specifico, e non attraverso altri percorsi o teletrasporti. In questo modo, ogni volta che l'utente accede alla cassa - anche prima di aver completato la propria spesa - è garantito che lo script B5 venga attivato automaticamente, generando le copie dei prodotti acquistati fino a quel momento, riordinate secondo l'array. Il pulsante rappresenta quindi l'unica via di accesso a questa zona e, contemporaneamente, l'unico trigger che attiva la duplicazione, così che la zona di checkout sia un perfetto mirroring del percorso di spesa fino a quel momento.

In termini di user experience, questa soluzione risulta intuitiva ed efficace. Il partecipante non ha infatti bisogno di visualizzare le copie dei prodotti acquistati in ogni momento (avendo a disposizione un debug testuale nel pannello LA TUA SPESA), ma solo quando accede alla cassa per concludere (o rivedere) la propria spesa. In questo modo l'informazione è sempre disponibile ma solo quando il soggetto si trova in questa zona

dedicata, e quindi quando è effettivamente utile. La scaffalatura della zona checkout, realizzata dallo script B5, potrebbe rappresentare, in altre parole, l'equivalente virtuale del nastro trasportatore della cassa, in cui è possibile rivedere tutti i prodotti acquistati ed eventualmente decidere di scartarne uno o più di essi.

A chiusura dell'esperienza immersiva, lo script *CheckoutManager* (Allegato B6) gestisce la visualizzazione del pannello di pagamento nell'area di check-out. Questa interfaccia, visibile in Figura 125 (a sinistra), presenta all'utente un riepilogo ordinato della spesa effettuata fino a quel momento, facilmente leggibile grazie a dimensioni e font maggiorati rispetto al pannello LA TUA SPESA, simulando la schermata finale di una cassa automatica.
Lo script monitora costantemente il contenuto di *debugText.text* (prodotto dallo script B3 e che popola le informazioni per lo script B4), e aggiorna automaticamente le informazioni mostrate appena rileva un cambiamento. Nello specifico:

- le ultime tre righe del log - contenenti il totale spesa, il numero di azioni e i prodotti acquistati - vengono isolate e mostrate in un campo dedicato (*riepilogoSpesa*) nella parte superiore
- tutte le righe precedenti, che rappresentano i singoli prodotti acquistati, vengono formattate come bullet point, e visualizzate nella sezione *elencoProdotti*, tramite una funzione di parsing testuale.

La formattazione come elenco a punti, e non in relazione allo specifico carrello, risulta così coerente con le copie digitali generate dallo script B5, presenti nella medesima zona CASSA, mentre l'organizzazione per carrelli del pannello LA TUA SPESA (generato da script B4) permette al soggetto un eventuale recupero e rimozione di prodotti inseriti, sapendo quali prodotti sono stati inseriti in ciascuno dei carrelli posti nelle diverse stanze del supermercato.
Il pannello include un unico pulsante ("PAGA"), che attiva la funzione *ConfirmPayment*(). Quando il partecipante clicca su questo button il pannello di check-out scompare: da quel momento in poi, qualsiasi nuovo prodotto inserito nei carrelli non sarà più conteggiato nel log della spesa (B3 e B4), né visualizzato nella scaffalatura di checkout (B5). Lo script B6, dunque, segna il termine del processo di acquisto e la conclusione dell'intera esperienza.
In sintesi, gli script C# qui analizzati (da B1 a B6) hanno garantito quel passaggio cruciale da una semplice manipolazione di packaging in un ambiente immersivo a una vera esperienza di spesa in un contesto vivo con suoni e rumori coerenti con l'ambiente.

In particolare, il sistema integrato di script B2-B6 ha reso ogni gesto fisico tracciabile, permettendo al soggetto di ricevere feedback in base alle scelte effettuate, di monitorare la propria esperienza di shopping e di ritrovare una piena conclusione nella zona cassa.
Lo sviluppo è stato concepito sia per ottimizzare le risorse computazionali del visore sia per fornire all'utente un'interfaccia e un sistema intuitivo di acquisto, senza che si interrogasse sui principii di funzionamento, e potendosi dedicare unicamente all'esperienza di shopping: concentrarsi sui compiti e non sui meccanismi come indagato dalla scala Presence (Witmer & Singer, 1998; Singer & Witmer, 2004).

4.3.4 Lo sviluppo del Sito Web Wordpress

La navigazione web costituisce il benchmark comparativo per ponderare le valutazioni dell'esperienza VR. Per garantire il massimo livello di confrontabilità, il sito è stato sviluppato secondo criteri speculari all'ambiente immersivo: stessa organizzazione in categorie merceologiche (Figura 126), stesso assortimento di prodotti e stesse immagini rappresentative di categoria usate anche nei muri d'ingresso delle stanze VR.
Questa simmetria progettuale è stata volutamente ricercata per isolare, quanto più possibile, l'effetto dell'ambiente immersivo rispetto alla navigazione web, riducendo l'impatto di variabili confondenti legate alla struttura o ai prodotti proposti.
La homepage del sito raccoglie tutte le categorie merceologiche descritte, e cliccando sul bottone associato a ciascuna, l'utente accede alla relativa sezione con tutti i prodotti corrispondenti (Figura 127), ognuno presentato con immagine, nome, prezzo e possibilità di aggiunta al carrello.
In linea con l'impostazione di un tipico sito e-commerce, è disponibile anche la funzione di ordinamento (alfabetico, prezzo o valutazione) e una sezione "TUTTI I PRODOTTI" con l'intero assortimento, a conferma di una struttura pensata per garantire un'interazione semplice, rapida e coerente con le abitudini digitali dei partecipanti.

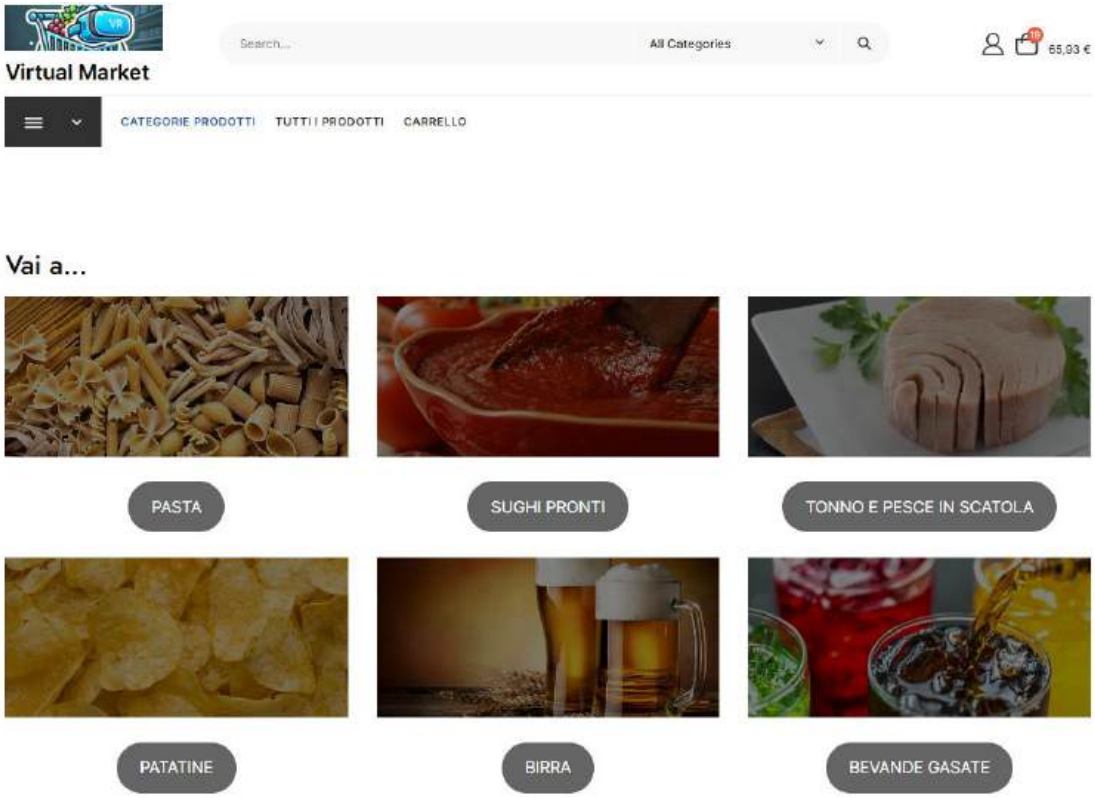


Figura 126: La homepage con le categorie prodotto, in linea con la suddivisione delle stanze e scaffalature del supermercato VR.



Figura 127: I prodotti della categoria pasta (esempio dei primi tre prodotti)

Selezionando un singolo articolo (ossia cliccando sulla relativa immagine di prodotto) si accede invece alla scheda prodotto (Figura 128), con immagine ingrandibile al passaggio del cursore, riepilogo informativo, pulsante per l'aggiunta al carrello e selezione del numero di pezzi. Ogni scheda propone anche una lista di prodotti correlati per stimolare

l'esplorazione, in linea con le logiche tipiche delle piattaforme online delle principali insegna della GDO.

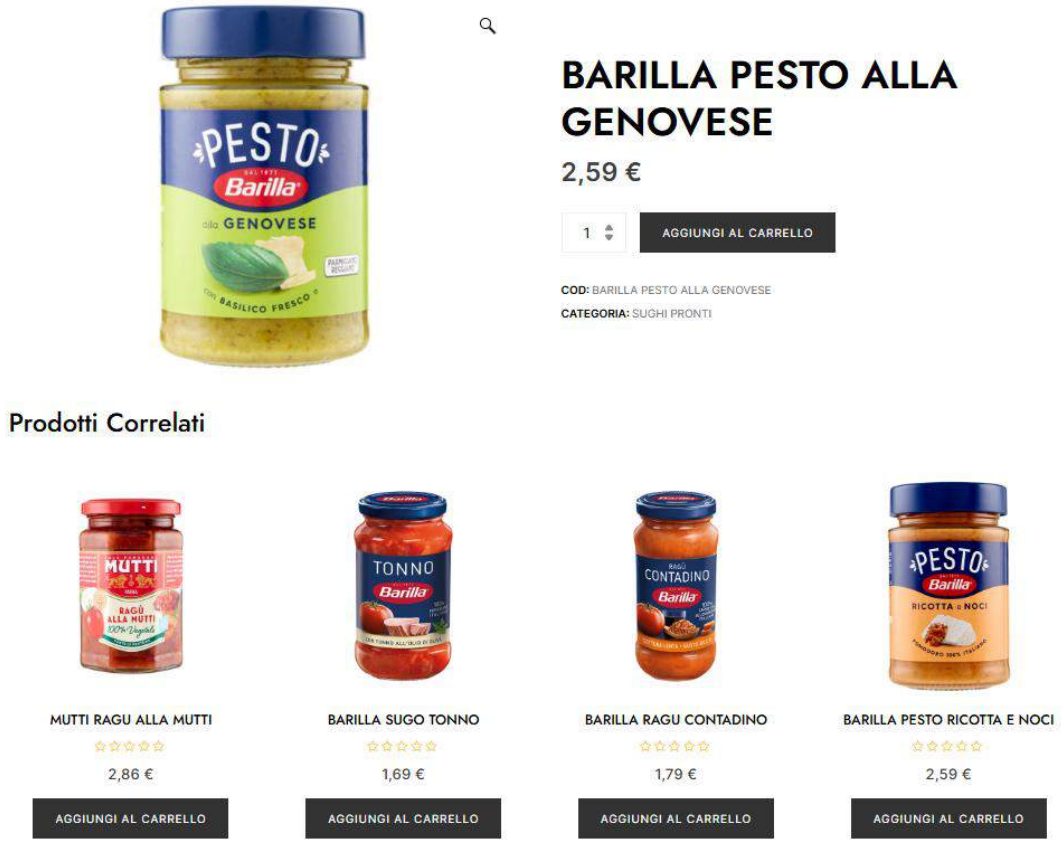


Figura 128: La scheda di singolo prodotto e i prodotti correlati di categoria.

A supporto della navigazione è stata inoltre integrata una barra di ricerca con possibilità di filtro per categoria merceologica (Figura 129), ancora una volta per replicare i meccanismi di funzionamento di siti della stessa tipologia.



Figura 129: La barra di ricerca e la possibilità di filtro per categoria

La sezione CARRELLO (Figura 130) consente infine di gestire i prodotti acquistati, aggiornarne le quantità, eliminare articoli e simulare l'inserimento di codici promozionali. La fase di checkout (Figura 130 a Destra), pur riproducendo l'interfaccia tipica di una transazione online, non consente l'inserimento di dati personali ma permette un click su "procedi al pagamento", in modo simile con quanto avviene con il tasto "PAGA" del pannello finale della CASSA nell'ambiente VR.

Come l'ambiente VR, anche il Sito Web rappresenta una simulazione costruita ad hoc per testare l'intero flusso di una customer shopping experience, ma in un contesto sperimentale controllato. Per evitare possibili effetti di conoscenza pregressa, il sito non è stato pubblicato né indicizzato, ed è stato reso accessibile solo tramite pannello di controllo WordPress.

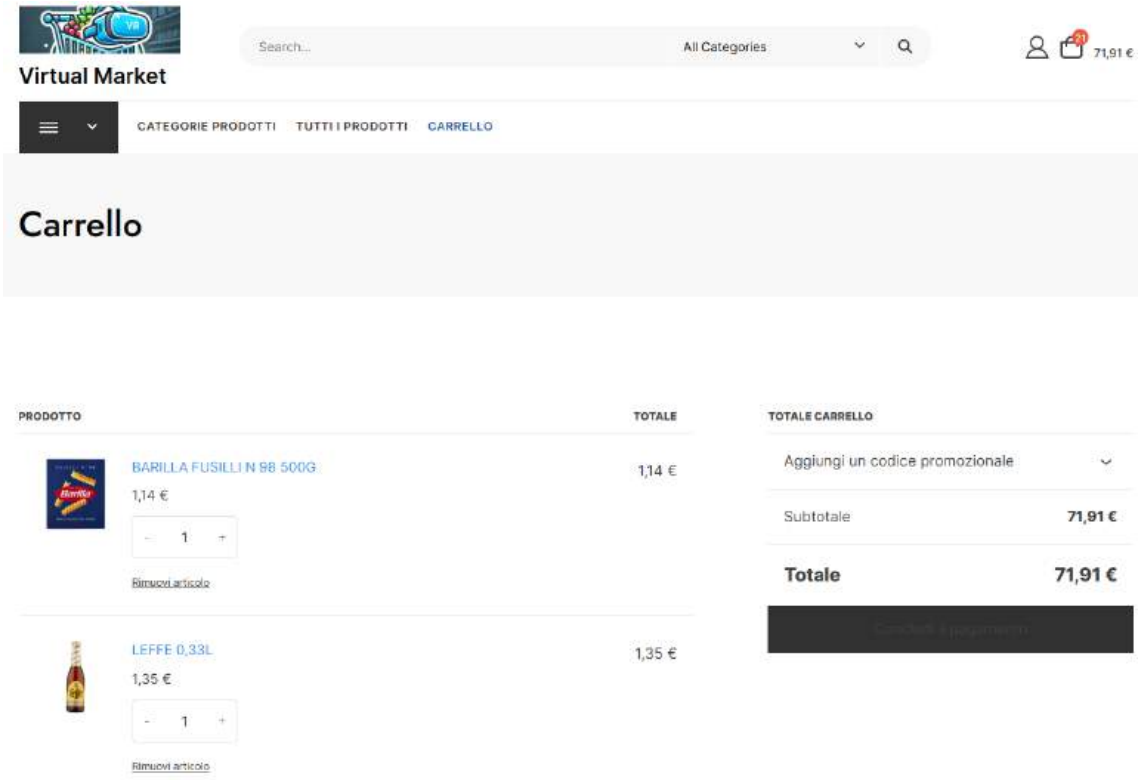


Figura 130: La sezione Carrello

L'uso di un sito esistente avrebbe introdotto variabili confondenti (familiarità, layout, assortimento), compromettendo la confrontabilità con l'esperienza VR, motivo per cui si è optato per la creazione di un sito ad hoc per questo specifico progetto. È proprio in ottica di comparazione su cui sono state formulate le ipotesi di ricerca (4.2.2) e su cui verranno condotti confronti inferenziali di verifica (sezione 4.4.3)

4.4 I risultati della ricerca

La presente sezione è dedicata ai risultati emersi dalla fase sperimentale. L'analisi descrittiva (4.4.1) delinea in prima istanza le caratteristiche sociodemografiche del campione (N=30), e il rapporto dei partecipanti con l'acquisto di beni di largo consumo e non solo. A seguire, sarà verificata l'affidabilità interna delle scale di valutazione attraverso il coefficiente α di Cronbach (4.4.2) e le correlazioni presenti fra gli item della stessa scala (Q12-Q16). Si passerà quindi al confronto sistematico tra le valutazioni delle due

esperienze (VR rispetto a Sito Web: 4.4.3), per verificare ciascuna ipotesi formulata nella sezione 4.2.2. L'indagine proseguirà infine con l'analisi di regressione lineare (4.4.4) per comprendere quali fattori predicano, in modo specifico per la condizione VR a confronto con il Sito Web, la soddisfazione generale, l'intenzione d'uso della tecnologia e l'intention to purchase (ITP). L'analisi seguirà quindi una logica progressiva volta ad identificare pro e cons dell'adozione della VR nei processi di customer journey di beni di largo consumo, definendo infine traiettorie di miglioramento e implementazione per ambienti immersivi in questo settore.

4.4.1 Il campione: statistiche descrittive e profilazione

Il campione finale della ricerca consta di 30 partecipanti, di cui il 53% donne e il 47% uomini. Nessuno partecipante ha selezionato le opzioni "non binario" o "preferisco non rispondere" presenti nella formulazione della domanda. L'età media è di 31 anni (SD: ±6), con un intervallo compreso tra i 20 e i 41 anni: una popolazione giovane-adulta ma diversificata in termini di condizione abitativa. Il 40% vive con il/la partner, il 33% con la famiglia di origine, il 20% da solo/a, mentre una quota più ridotta (7%) condivide l'appartamento con amici o altre persone.

Il 97% (N=29 su 30) di essi ha dichiarato di essere coinvolto direttamente nell'acquisto di prodotti di largo consumo (FMCG): il 53% ne è responsabile in prima persona, mentre il 43% la condivide con altre persone nel nucleo abitativo. La quota di responsabili d'acquisto (97%) conferma la coerenza del campione rispetto all'oggetto della simulazione sperimentale: il compito proposto riflette infatti un'attività realmente svolta nella quotidianità da parte degli intervistati, contribuendo a rafforzare la validità ecologica dell'indagine.

Le insegne frequentate della GDO risultano varie, con percentuali maggiori per Esselunga (87%), Carrefour (77%) e Lidl (60%), seguite da Coop e Conad (entrambe al 40%).

Q6) In quali di questi supermercati hai effettuato acquisti almeno 1 volta negli ultimi 6 mesi (o qualcuno lo ha fatto per te)? Considera anche la spesa con consegna a domicilio o ritiro locker.

	% di casi per colonna	N
Esselunga	**87%**	26
Carrefour	**77%**	23
Lidl	**60%**	18
Coop	**40%**	12
Conad	**40%**	12
MD	20%	6
Aldi	17%	5
Penny	10%	3

	Bennet	10%	3
	Iperal	10%	3
	Pam	7%	2
	Tigros	7%	2
	Eurospin	3%	1
	Totale	**100%**	**N=30**

Tabella 131: Le catene di supermercati frequentate dai partecipanti [Valori % approssimati]

In relazione al topic della ricerca è stato in seguito indagato l'uso di sistemi digitali per l'acquisto online della spesa, confrontando differenti modalità (Tabella 132).

Q8) Hai mai utilizzato sistemi di acquisto online per la spesa?

Categoria e NET	Item di risposta	Q8a) Consegna a domicilio %	Q8c) Consegna alimentare a casa (Amazon/Hello Fresh) %	Q8b) Ritiro locker %
[1]	Tutte le settimane	10%	7%	3%
[2]	1 volta ogni 2-3 settimane	10%	7%	3%
[3]	1 volta al mese	23%	10%	10%
[4]	1 volta ogni 2-3 mesi	13%	10%	10%
[5]	1 volta ogni 5-6 mesi	3%	7%	7%
[6]	1 volta all'anno	7%	7%	
[7]	Meno spesso	13%	23%	20%
[8]	Mai	20%	30%	47%
[NET 1+2+3]	**Alta Frequenza**	**43%**	**23%**	**17%**
[NET 4+5+6]	**Media Frequenza**	**23%**	**23%**	**17%**
[NET 7+8]	**Bassa Frequenza**	**33%**	**53%**	**67%**
	Totale	**N=30**	**N=30**	**N=30**

Tabella 132: L'utilizzo di acquisti online per FMCG [Valori % approssimati]

Il servizio di consegna a domicilio rappresenta la modalità più diffusa: il 43% del campione dichiara di utilizzarla con frequenza alta (almeno una volta al mese) e il 23% in modo occasionale. Più contenuto è l'utilizzo di servizi di consegna strutturati come Amazon Fresh o Hello Fresh: solo il 23% ne fa uso regolare, un altro 23% li utilizza saltuariamente, mentre oltre la metà (53%) dichiara di usarli raramente o di non averli mai usati. La meno diffusa è l'opzione del ritiro in locker dedicati, adottata con regolarità solo dal 17% dei partecipanti, mentre il 67% non l'ha mai sperimentata o lo ha fatto raramente.

Nel complesso, i dati suggeriscono una buona apertura del campione verso soluzioni digitali per la spesa di questi prodotti. Al tempo stesso, la distribuzione delle frequenze restituisce un profilo eterogeneo: il campione non si compone esclusivamente né di early

adopter / enthusiast né di rejector di questi sistemi digitali, garantendo una rappresentazione equilibrata della popolazione generale.

Per indagare in modo ancora più approfondito le abitudini digitali dei partecipanti, è stato inoltre chiesto con quale frequenza effettuino acquisti online per categorie di prodotti e servizi differenti rispetto a beni di largo consumo (Tabella 133). I risultati mostrano una penetrazione significativa del canale digitale.

Q9)Quanto spesso fai acquisti online per ciascuna di queste categorie? N=30

	Alta Frequenza [Almeno 1 volta al mese]	**Media Frequenza** [Meno di una volta al mese ma almeno 1 volta all'anno]	**Bassa Frequenza** [Meno spesso o Mai]
Categorie valutate	%	%	%
Q9e) Salute e benessere	**70%**	23%	7%
Q9b) Abbigliamento e accessori	**57%**	40%	3%
Q9k) Servizi digitali e abbonamenti	**53%**	43%	3%
Q9d) Libri e media	**50%**	40%	10%
Q9h) Bellezza e cosmetici	**47%**	33%	20%
Q9f) Sport e tempo libero	43%	47%	10%
Q9a) Elettronica	37%	53%	10%
Q9j) Viaggi ed esperienze	33%	63%	3%
Q9c) Prodotti per la casa (es. mobili, elettrodomestici, decorazioni)	20%	70%	10%
Q9g) Prodotti per animali	17%	10%	73%
Q9i) Fai-da-te e giardinaggio		57%	43%

Tabella 133: L'acquisto online per altri prodotti e servizi [Valori % approssimati]

In particolare, le categorie con la frequenza di acquisto online più alta (almeno una volta al mese) sono salute e benessere (70%), abbigliamento e accessori (57%) e servizi digitali o abbonamenti (53%). Anche libri e media (50%) e bellezza e cosmetici (47%) si collocano tra le categorie con una buona regolarità d'acquisto (almeno una volta al mese). In posizione intermedia, con frequenze più distribuite tra alta e media, si trovano sport e tempo libero (43% alta, 47% media) ed elettronica (37% alta, 53% media), insieme a viaggi ed esperienze (33% alta, 63% media). Queste aree indicano comportamenti di acquisto più selettivi e probabilmente legati a specifiche esigenze.

Più contenuto risulta invece l'acquisto di prodotti per la casa (Alta: 20%) o per animali (Alta: 17%), con quest'ultima categoria che mostra una netta prevalenza di frequenza bassa (73%). Nel complesso, i dati confermano una buona propensione all'acquisto online da parte del campione, pur con differenze significative in base alla categoria merceologica.

Il ricorso al digitale risulta più frequente per prodotti personali o immateriali (come salute, moda o servizi digitali), mentre resta più limitato per beni ingombranti o legati al mondo pet: categorie con cui si fanno acquisti online ma a frequenze più dilazionate nel tempo. Anche in questo caso il campione non si compone esclusivamente di consumatori digitali "totali", né di soggetti completamente estranei agli acquisti online, ma riflette in modo realistico l'attuale penetrazione dello shopping online nella popolazione giovane-adulta.

Per completare la profilazione, sono state infine somministrate delle domande volte ad indagare l'esperienza pregressa con la Realtà Virtuale e l'atteggiamento dei partecipanti verso il suo possibile utilizzo. In particolare, la domanda Q10 (Tabella 134) indaga la frequenza e la natura delle esperienze precedenti con la VR, distinguendo tra utenti abituali, saltuari e soggetti alla loro prima esposizione.

I risultati mostrano una familiarità complessivamente limitata con la VR. Solo il 3% dichiara di fare molto spesso esperienze di realtà virtuale (almeno una volta al mese) e un ulteriore 7% le vive con una certa regolarità (ogni 2-3 mesi). Una quota più ampia (20%) riferisce un'esposizione occasionale, mentre la maggioranza assoluta (53%) ha avuto esperienze sporadiche, mediate da contesti esterni come eventi pubblici o dimostrazioni o tramite amici/familiari. È interessante notare come per il 17% del campione (5 su 30) quella sperimentata nella fase di training (ambiente VR core SDK 2023: Figura 96a) sia stata la prima esperienza in assoluto in VR. Nel complesso i risultati confermano e risultano coerenti con le fasi ancora primordiali di sviluppo di questa tecnologia, per un campione eterogeneo ma rappresentativo della popolazione e del livello di penetrazione della VR.

Q10) Quali di questi frasi meglio descrive il tuo rapporto con la Realtà Virtuale (VR)?

	%	N
Faccio molto spesso esperienze di VR (1 volta al mese o più)	3%	1
Faccio spesso esperienze di VR (1 volta ogni 2-3 mesi)	7%	2
Faccio raramente esperienze di VR (al massimo 1 volta all'anno)	20%	6
Hai fatto solo qualche esperienza tramite amici / conoscenti /familiari o in occasioni di eventi / fiere o congressi	**53%**	16
Non hai mai fatto esperienza di realtà virtuale, quella di oggi è stata la tua prima esperienza	17%	5
Totale	**100%**	**30**

Tabella 134: Precedenti esperienze in Realtà Virtuale [Valori % approssimati]

Come illustrato nella sezione 4.1 (modello sperimentale), la domanda Q11 ha invece rilevato la propensione all'uso della VR attraverso una scala validata (Technology Acceptance Model: (F. D. Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003; Sagnier et al., 2020))

articolata lungo le tre dimensioni di facilità d'uso percepita, utilità percepita e intention to use. La sottoscala Perceived Ease of Use (Tabella 135) restituisce una valutazione positiva, con una media complessiva pari a 5,6 (SD = 0,7) e un alpha di Cronbach elevata (α = 0,883), a conferma della coerenza interna degli item rispetto al fattore indagato. Il 62% dei rispondenti si colloca nel cluster dei "promoter" (punteggio 6 o 7), mentre il restante 38% mostra un atteggiamento più neutrale, senza casi di vero e proprio disaccordo.

Q11) Ti preghiamo ora di indicare il tuo livello di accordo con le seguenti affermazioni, riguardo all'utilizzo della Realtà Virtuale (VR).

	% Promoter [7+6]	% Neutral [5+4]	% Detractor [3+2+1]	MEDIA	SD	Alpha di Cronbach
Perceived Ease of Use [SOTTOSCALA]	**62%**	**38%**		**5,6**	**(,7)**	**0,883**
Q11a) Imparare a utilizzare la realtà virtuale sarebbe facile per me	77%	23%		5,9	(,8)	
Q11b) La mia interazione con la realtà virtuale è chiara e comprensibile	67%	33%		5,6	(,8)	
Q11c) Sarebbe facile per me diventare abile nell'uso della realtà virtuale	57%	43%		5,6	(,8)	
Q11d) Trovo che la realtà virtuale sia facile da usare	47%	53%		5,4	(,8)	

Tabella 135: [Scala Propensione Uso Tecnologia: LIKERT 1-7] - Perceived Ease of Use

Più articolata risulta invece la percezione di utilità della VR (Tabella 136), con una media complessiva più bassa e pari a 5,1 (la minore fra le tre scale considerate), e, al tempo stesso, una maggiore variabilità di risposte (SD = 1,2). Solo il 42% degli intervistati si colloca nella fascia dei "promoter", mentre il 48% esprime un atteggiamento neutrale e il 10% si mostra scettico. Questo dato suggerisce che, pur ritenendo la VR potenzialmente facile da usare, permangono ancora dei dubbi in merito all'efficacia per il lavoro e apprendimento. La sottoscala mostra un'alta reliability interna alta (α = 0,951), confermando la bontà dello strumento nel sondare il costrutto indagato.

Q11) Ti preghiamo ora di indicare il tuo livello di accordo con le seguenti affermazioni, riguardo all'utilizzo della Realtà Virtuale (VR).

	% Promoter [7+6]	% Neutral [5+4]	% Detractor [3+2+1]	MEDIA	SD	Alpha di Cronbach
Perceived Usefulness [SOTTOSCALA]	**42%**	**48%**	**10%**	**5,1**	**(1,2)**	**0,951**
Q11h) Trovo che la realtà virtuale sia molto utile	60%	37%	3%	5,6	(1,1)	

Q11e) Usare la realtà virtuale migliorerebbe il mio apprendimento	33%	57%	10%	5,1	(1,4)	
Q11g) Usare la realtà virtuale aumenterebbe la mia efficacia	37%	50%	13%	4,9	(1,2)	
Q11f) Usare la realtà virtuale aumenterebbe la mia produttività	40%	47%	13%	4,9	(1,3)	

Tabella 136: [Scala Propensione Uso Tecnologia: LIKERT 1-7] - Perceived Usefulness

Più favorevoli sono infine le posizioni in merito alla futura Intention To Use con una media complessiva di 5,7 (SD = 1,1), e un alto grado di reliability (α = 0,833). Ben il 67% del campione dichiara di voler utilizzare la realtà virtuale in futuro o di ritenerla impiegabile in altri ambiti, a fronte di un 27% neutrale e solo un 7% di detrattori.

Q11) Ti preghiamo ora di indicare il tuo livello di accordo con le seguenti affermazioni, riguardo all'utilizzo della Realtà Virtuale (VR).

	% Promoter [7+6]	% Neutral [5+4]	% Detractor [3+2+1]	MEDIA	SD	Alpha di Cronbach
Intention to Use [SOTTOSCALA]	**67%**	**27%**	**7%**	**5,7**	**(1,1)**	**0,833**
Q11j) Ritengo possibile utilizzare la realtà virtuale per attività future	73%	23%	3%	5,9	(1,0)	
Q11i) Ho intenzione di usare la realtà virtuale in futuro	60%	30%	10%	5,5	(1,3)	

Tabella 137: [Scala Propensione Uso Tecnologia: LIKERT 1-7] - Intention to Use

Le correlazioni tra le tre sottoscale (Tabella 138), sostenute da un ottimo livello di reliability interna, risultano tutte positive e statisticamente significative.

Il legame più contenuto si osserva tra Perceived Ease of Use e Perceived Usefulness (r = .480), indicando come la percezione di utilità non si ricolleghi in modo diretto alla facilità d'uso percepita, a conferma della distinzione concettuale tra i due fattori: si tratta in altre parole di una tecnologia percepita come potenzialmente semplice ma in cui permangono in parte dubbi in merito al suo impatto su lavoro e apprendimento.

Al contrario, emergono correlazioni più forti tra ciascuna di queste due dimensioni e la sottoscala Intention to Use: r = .610 con la facilità d'uso, e r = .683 con l'utilità percepita. Questo pattern evidenzia come l'intenzione futura di utilizzo della VR sia influenzata in modo significativo da entrambe le percezioni, e in particolare da quella di utilità, in linea con i principali modelli di accettazione della tecnologia (Sagnier et al., 2020).

Correlazioni Sottoscale Q11	Perceived Ease of Use Media item A-B-C-D	Perceived Usefulness Media item E-F-G-H	Intention to Use Media item I-J
Perceived Ease of Use Media item A-B-C-D	-	,480**	**,610****
Perceived Usefulness Media item E-F-G-H	,480**	-	**,683****
Intention to Use Media item I-J	,610**	,683**	-

Tabella 138: Correlazioni fra punteggi delle tre sottoscale (** indica una correlazione con $p \leq .05$)

Nel complesso, il campione risulta ben profilato in termini di genere, età e coinvolgimento personale negli acquisti presso la GDO. I dati sugli acquisti digitali di altri beni riflettono una buona propensione ma un'eterogeneità fra le differenti categorie merceologiche. Al tempo stesso la familiarità con la realtà virtuale riflette lo stato attuale di diffusione ancora parziale di questa tecnologia. L'elevata affidabilità interna e le correlazioni riscontrate tra le sottoscale del Technology Acceptance Model (Q11) confermano infine la qualità e la coerenza delle risposte raccolte, potendo affermare che il campione coinvolto risulti solido pur nei limiti della sua numerosità assoluta.

La sezione successiva approfondirà l'analisi psicometrica delle scale di valutazione dell'esperienza, con particolare attenzione, come fatto finora, sia alla consistenza interna sia alle relazioni tra le sottoscale previste da ciascun strumento di misurazione.

4.4.2 Coerenza interna e validazione delle scale di misurazione dell'esperienza

Prima di confrontare sistematicamente le due condizioni sperimentali (VR e Sito Web, sezione 4.4.3) e valutare se i risultati confermino o smentiscano le ipotesi precedentemente formulate (sezione 4.2.2), è fondamentale verificare la solidità psicometrica delle scale di misurazione utilizzate. La bontà degli strumenti sarà valutata sia attraverso il calcolo dell'affidabilità interna (α di Cronbach), sia mediante l'analisi delle correlazioni tra sottoscale, al fine di verificarne la coerenza teorica. Le analisi saranno condotte sull'intero corpus aggregato (VR + WEB), sia perché l'obiettivo è testare la qualità delle scale a prescindere dalla condizione sperimentale, sia perché l'unione delle due valutazioni consente di aumentare la potenza statistica grazie a una maggiore numerosità (N=60). La sezione che segue è quindi propedeutica alla discussione dei risultati di ricerca.

Le prime cinque domande di valutazione (Q12a-Q12e) sono state costruite ad hoc per esplorare aspetti tra loro distinti e non ridondanti dell'esperienza vissuta dai partecipanti: dalla percezione soggettiva del tempo trascorso, alla stima temporale oggettiva in minuti,

dalla difficoltà incontrata, fino al livello di soddisfazione e alla disponibilità futura a riutilizzare la tecnologia sperimentata. Non trattandosi di una scala unitaria o validata, ma di un set di indicatori indipendenti, la coerenza interna - come misurata dall'alpha di Cronbach (α = .09) - risulta bassa. In questo contesto, un basso valore di alpha non è da interpretare come segnale di debolezza dello strumento, ma come indicazione positiva della sua capacità di cogliere sfaccettature non sovrapponibili. Coerentemente, anche le correlazioni tra item (riportate in Tabella 139) risultano nella maggior parte dei casi contenute. Le uniche associazioni significative riguardano la difficoltà percepita, che correla negativamente sia con soddisfazione (r = -.302*) sia con la intention to use futura (r = -.343**), e la relazione positiva più marcata tra soddisfazione e intention to use (r = .551**). Quest'ultime due variabili rappresenteranno dei target per i modelli di regressione (4.4.4).

Correlazioni Q12	[Q12a] Tempo	[Q12b] Durata	[Q12c] Difficoltà	[Q12d] Soddisfazione	[Q12e] Intention to Use
[Q12a] Tempo	-	-0,005	-0,194	-0,003	0,058
[Q12b] Durata	-0,005	-	0,022	0,191	0,079
[Q12c] Difficoltà	-0,194	0,022	-	**-,302***	**-,343****
[Q12d] Soddisfazione	-0,003	0,191	-,302*	-	**,551****
[Q12e] Intention to Use	0,058	0,079	-,343**	,551**	-

Tabella 139: Correlazioni interne fra domande ad hoc Q12 (** indica una correlazione con p ≤.05)

A differenza delle domande ad hoc, pensate per indagare aspetti indipendenti, le scale validate (Q13-Q16) richiedono un'elevata coerenza interna e una struttura teorica coesa. In questo caso, un alpha di Cronbach elevata e correlazioni consistenti tra sottoscale sono da considerarsi indicatori di solidità metodologica, ad eccezione della scala Manikin che rappresenta un unicum in termini metodologici. La lettura dei risultati seguirà quindi una logica opposta rispetto a quella applicata per la Q12.

La scala Q13 è stata inserita con lo scopo di valutare la User Experience in termini di qualità pragmatica (item A-D) ed edonica (item E-H). I risultati del field sperimentale confermano l'affidabilità interna di entrambe le sottoscale: la qualità pragmatica presenta un α di Cronbach pari a 0,874, mentre la qualità edonica mostra un valore ancora più elevato (α = 0,959), a conferma della solidità psicometrica dello strumento nell'analisi dei costrutti sottesi (Hinderks, 2017). La correlazione negativa e significativa tra le due sottoscale (r = -0,334, p ≤ .05; Tabella 140) suggerisce un'interessante dinamica di compensazione:

quando la valutazione su una delle due dimensioni aumenta, l'altra tende a diminuire e viceversa. Non si tratta di una contrapposizione netta o di indipendenza tra i costrutti, ma di un equilibrio percettivo in cui l'enfasi valutativa si sposta da una dimensione all'altra (pragmatica o edonica), presumibilmente con pattern differenti a seconda della esperienza di acquisto valutata, in linea con le ipotesi di ricerca formulate.

Correlazioni Q13 (Versione ridotta)	Q13_Qualità pragmatica [A+B+C+D]	Q13_ Qualità edonica [E+F+G+H]
Q13_Qualità pragmatica [A+B+C+D]	-	**-,334****
Q13_ Qualità edonica [E+F+G+H]	**-,334****	-
Q13a) (Ostruente - Supportivo)	**,778****	-0,046
Q13b) (Complicato - Facile)	**,898****	-,444**
Q13c) (Inefficiente - Efficiente)	**,906****	-,415**
Q13d) (Confuso - Chiaro)	**,867****	-0,227
Q13e) (Non interessante - Interessante)	-0,134	**,930****
Q13f) (Noiosa - Coinvolgente)	-0,173	**,941****
Q13g) (Convenzionale - Inventivo)	-,429**	**,963****
Q13h) (Ordinario - All'avanguardia)	-,467**	**,958****

Tabella 140: La tabella mostra le correlazioni di Pearson tra ciascun item della scala Q13 e le due sottoscale aggregate Qualità pragmatica (item A-D) e Qualità edonica (item E-H). L'obiettivo è verificare la coerenza di ciascun item con il costrutto teorico di riferimento. Le correlazioni significative ($p \leq .05$) sono evidenziate con due asterischi (**). I risultati confermano una chiara distinzione tra le due dimensioni psicometriche, con ogni item che correla fortemente con la sottoscala di appartenenza e meno con quella opposta, a sostegno della validità dello strumento e la coerenza delle risposte raccolte nel campione della ricerca.

Le correlazioni tra i singoli item e i punteggi medi delle rispettive sottoscale confermano la solidità interna delle due dimensioni psicometriche. Gli item relativi alla Qualità Pragmatica (A-D) mostrano correlazioni elevate e significative con la propria sottoscala (r comprese tra .778 e .906, $p \leq .05$), a conferma della coerenza interna e del supporto di ciascun item al costrutto indagato. Un pattern ancora più marcato emerge per la qualità edonica (item E-H), con correlazioni comprese tra .930 e .958 ($p \leq .05$). Al contrario, le correlazioni tra ciascun item e la sottoscala non di appartenenza risultano deboli o moderatamente negative (r comprese tra -.467 e -.415, se significative), indicando una buona distinzione tra le due dimensioni, e al tempo stesso una relazione inversa fra le due qualità dell'esperienza.

L'analisi delle relazioni tra i singoli item dello UEQ-S (Tabella 141) conferma infine ulteriormente la struttura bipartita della misura. Le correlazioni tra item appartenenti alla stessa sottoscala risultano tutte elevate e statisticamente significative ($r > .50$, $p \leq .05$), con valori compresi tra .523 e .828 per la qualità pragmatica (item A-D) e tra .809 e .964 per la

qualità edonica (item E-H). Alcune correlazioni significative, ma più deboli e di tipo negativo, emergono anche tra item di sottoscale diverse (es. Q13b con Q13g, r = -.500; Q13c con Q13h, r = -.520), suggerendo una tendenza valutativa a bilanciare gli aspetti funzionali e quelli edonici in base alla condizione sperimentale (ipotesi H6a-H6b).

r. Q13	Q13a	Q13b	Q13c	Q13d	Q13e	Q13f	Q13g	Q13h
Q13a	-	**,523****	**,545****	**,606****	0,112	0,079	-0,145	-0,165
Q13b	*,523***	-	**,828****	**,754****	-,284*	-,312*	**-,500****	**-,538****
Q13c	*,545***	*,828***	-	**,708****	-0,233	-,273*	**-,491****	**-,520****
Q13d	*,606***	*,754***	*,708***	-	-0,033	-0,062	-,325*	-,374**
Q13e	*0,112*	*-,284**	*-0,232*	*-0,033*	-	**,936****	**,822****	**,809****
Q13f	*0,079*	*-,312**	*-,273**	*-0,062*	*,936***	-	**,839****	**,828****
Q13g	*-0,145*	*-,500***	*-,491***	*-,325**	*,822***	*,839***	-	**,964****
Q13h	*-0,165*	*-,538***	*-,520***	*-,374***	*,809***	*,828***	*,964***	-

Q13a) (Ostruente - Supportivo); Q13b) (Complicato - Facile); Q13c) (Inefficiente - Efficiente); Q13d) (Confuso - Chiaro); Q13e) (Non interessante - Interessante); Q13f) (Noiosa - Coinvolgente); Q13g) (Convenzionale - Inventivo); Q13h) (Ordinario - All'avanguardia)

Tabella 141: Correlazioni fra item della User Experience che rafforzano la classificazione bidimensionale

L'analisi prosegue con la validazione della scala Manikin (Q14), che valuta il vissuto emotiva secondo le tre dimensioni di Valenza, Arousal e Dominanza (Bradley & Lang, 1994). Le correlazioni, riportate in Tabella 142, evidenziano una struttura non unitaria del costrutto (confermata da un alpha di Cronbach negativa e quindi invalida), con valori prossimi allo zero per le correlazioni tra Valenza e le altre dimensioni.

Questo pattern riflette l'impianto teorico della scala Manikin stessa, che concepisce i tre assi come distinti e non sovrapponibili, ciascuno rappresentativo di una componente autonoma dell'esperienza emozionale.

L'unica correlazione negativa (-.565; $p<.05$), riscontrata tra Arousal e Dominanza appare tuttavia coerente con lo specifico ambito di indagine e le ipotesi di ricerca formulate (H7a ed H7b): l'esperienza in VR, immersiva e non familiare, dovrebbe indurre un'elevata attivazione emotiva (arousal), accompagnata da una riduzione del senso di controllo (dominanza), data la novità dell'ambiente, dell'interfaccia e dei sistemi di comando.

Al contrario, la condizione WEB rappresenta un benchmark emozionale neutro, che dovrebbe configurarsi come esperienza dal basso arousal e dall'alta dominanza, tipici di un'interazione ordinaria e pienamente gestibile lato utente senza difficoltà.

La bassa sovrapposizione tra le tre dimensioni ne giustificherà l'impiego come variabili indipendenti nei modelli di regressione presentati (sezione 4.4.4) senza incorrere in problemi di multicollinearità.

Correlazioni Manikin	Q14a) Valenza	Q14b) Arousal	Q14c) Dominanza
Q14a) Valenza	-	-0,078	0,124
Q14b) Arousal	*-0,078*	-	**-,565****
Q14c) Dominanza	*0,124*	*-,565***	-

[Q14a) Quanto è stata piacevole o spiacevole l'esperienza? Ti chiediamo di valutare la tua esperienza utilizzando le seguenti scale. Dai un voto da 1 a 9 dove 1: Estremamente spiacevole e 9: Estremamente piacevole.] [Q14b) Quanto ti sei sentito calmo o agitato durante l'esperienza? Dai un voto da 1 a 9 dove 1: Molto calmo/tranquillo e 9: Molto eccitato/agitato.] [Q14c) Quanto ti sei sentito sotto controllo o dominante? Dai un voto da 1 a 9 dove 1: Estremamente sottomesso e 9: Estremamente dominante.]

Tabella 142: Correlazioni fra i tre assi di Valenza Arousal e Dominanza della scala Manikin

Il NASA Task Load Index (Q15) rappresenta infine l'ultima scala di valutazione comune alle due condizioni sperimentali (VR e WEB) e indaga, come visto, il carico operativo percepito dai partecipanti durante l'esperienza (Hart, 2006). L'indice di affidabilità calcolato sui sei item che la compongono risulta elevato ($\alpha = .849$), a conferma di una buona coerenza interna. Le correlazioni tra il punteggio medio totale (Q15_TLI) e i singoli item risultano tutte significative, in particolare per lo sforzo mentale (Q15a: $r = .907$), lo sforzo complessivo (Q15e: $r = .916$) e la frustrazione (Q15f: $r = .824$), che si configurano come i principali driver della percezione di carico. Anche le dimensioni relative allo sforzo fisico, alla pressione temporale e alla performance contribuiscono in modo significativo, pur con intensità minore (Tabella 143).

Le correlazioni tra i singoli item della scala NASA-TLI evidenziano una struttura interna coerente, con valori positivi e per lo più significativi.

Questo conferma che, pur misurando dimensioni differenti del carico percepito, gli item condividono un terreno di valutazione comune, con tuttavia alcuni pattern specifici. In particolare, sforzo mentale (Q15a), sforzo generale (Q15e) e frustrazione (Q15f) mostrano correlazioni reciproche elevate (rispettivamente $r = .925$ tra Q15a e Q15e, $r = .724$ tra Q15a e Q15f, e $r = .743$ tra Q15e e Q15f), suggerendo un nucleo più coeso e centrale all'interno del costrutto.

Sforzo fisico (Q15b) e pressione temporale (Q15c) presentano correlazioni positive con gli altri item, ma di entità più contenuta, riflettendo la natura più situazionale o individualmente variabile di queste due dimensioni. Infine, l'item relativo alla performance percepita (Q15d) si distingue per le correlazioni più deboli con tutti gli altri aspetti e in parte non significative, suggerendo una dimensione più autonoma, forse legata alla valutazione soggettiva di efficacia piuttosto che al carico stesso. Nel complesso sia il grado di reliability sia i pattern correlazionali confermano la solidità della scala usata.

Correlazioni NASA-TLI	Q15_TLI	Q15a	Q15b	Q15c	Q15d	Q15e	Q15f
Q15_TLI	-	**,907****	**,690****	**,583****	**,597****	**,916****	**,824****
Q15a) Sforzo Mentale	*,907***	-	**,530****	**,395****	**,477****	**,925****	**,724****
Q15b) Sforzo Fisico	*,690***	*,530***	-	**,365****	0,187	**,532****	**,569****
Q15c) Pressione temporale	*,583***	*,395***	*,365***	-	0,197	**,374****	**,517****
Q15d) Performance	*,597***	*,477***	*0,187*	*0,197*	-	**,507****	0,208
Q15e) Sforzo generale	*,916***	*,925***	*,532***	*,374***	*,507***	-	**,743****
Q15f) Frustrazione	*,824***	*,724***	*,569***	*,517***	*0,208*	*,743***	-

Tabella 143: Correlazioni fra Punteggio Totale medio del Nasa Task Load Index (Q15_TLI) e singoli item. [Q15a) Quanto mentalmente e percettivamente difficile è stato il compito? Ti chiediamo di valutare la tua esperienza utilizzando le seguenti scale. Dai un voto considerando questa scala: 1 = Per niente impegnativo, 7 = Estremamente...] [Q15b) Quanto sforzo fisico è stato necessario? Dai un voto considerando questa scala: 1 = Nessuno sforzo fisico, 7 = Massimo sforzo fisico.] [Q15c) Quanto ti sei sentito sotto pressione temporale durante il compito? Dai un voto considerando questa scala: 1 = Nessuna pressione, 7 = Massima pressione.] [Q15d) Quanto pensi di aver svolto bene il compito? Dai un voto considerando questa scala: 1 = Perfettamente soddisfatto, 7 = Per niente soddisfatto.] [Q15e) Quanto sforzo complessivo (mentale e fisico) hai dovuto investire per raggiungere il tuo livello di prestazione? Dai un voto considerando questa scala: 1 = Minimo sforzo, 7 = Massimo sforzo.] [Q15f) Quanto ti sei sentito frustrato, insicuro, irritato o infastidito durante il compito? Dai un voto considerando questa scala: 1 = Per niente frustrato, 7 = Estremamente frustrato.]

L'ultima scala di valutazione (Q16), solo per la condizione VR, ha l'obiettivo di indagare il senso di presenza nell'ambiente immersivo realizzato. I valori di Cronbach indicano un buon livello di coerenza interna per le sottoscale *Ability to act* (α = .857), *Realism* (α = .852) e *Interface quality* (α = .781), mentre più contenuti risultano i coefficienti di *Ability to examine* (α = .612) e *Self-assesment performance* (α = .592), che tuttavia restano su livelli sufficienti, considerando il numero ridotto di item e il campione "ridotto" su cui è stata condotta la rilevazione (N=30).

Correlazioni sottoscale Presenza (Q16)	Q16 Ability to act (A-D)	Q16 Ability to examine (E-G)	Q16 Interface quality (H-J invertiti)	Q16 Self-assessment performance (K-L)	Q16 Realism (M-S)
Q16 Ability to act (A-D)	-	**,564****	**,578****	**,567****	**,658****
Q16 Ability to examine (E-G)	,564**	-	0,308	**,425***	**,569****
Q16 Interface quality (H-J invertiti)	,578**	0,308	-	0,113	**,574****
Q16 Self-assessment performance (K-L)	,567**	,425*	0,113	-	**,402***
Q16 Realism (M-S)	,658**	,569**	,574**	,402*	-

Tabella 144: Correlazioni fra Punteggio Scale Presence (Witmer & Singer, 1998). Per un maggiore dettaglio dei singoli item si faccia riferimento a Tabelle 103-104-105-106-107.

Le correlazioni tra le sottoscale della Presence (Tabella 144) mostrano associazioni positive e statisticamente significative, con valori di correlazione compresi tra +.402 e +.658. Questo pattern suggerisce come le diverse dimensioni contribuiscano alla percezione complessiva di presenza, pur mantenendo una relativa indipendenza. La presenza si configura dunque come un costrutto multifattoriale (Slater, 1999), in cui aspetti legati all'efficacia dell'azione, alla qualità dell'interfaccia, al realismo ambientale, alla capacità di esplorazione e all'autovalutazione della performance si integrano senza sovrapporsi, ma non esaurendo nella totalità la complessa percezione di presenza come visto nel capitolo 1. La sezione 4.2.2 ha avuto quindi l'obiettivo di esplorare in modo analitico la struttura interna delle scale comuni alle due condizioni sperimentali (VR e WEB). Questo passaggio è risultato necessario per validare l'affidabilità delle misure utilizzate. La prossima sezione (4.3.3) metterà dunque a confronto le due condizioni sperimentali, forte della reliability interna degli strumenti usati, per confermare o rifiutare le ipotesi di ricerca.

4.4.3 Confronti inferenziali tra condizioni VR e SITO WEB

Dopo aver completato la validazione delle scale di misurazione, questa sezione si concentra sul confronto diretto tra le due condizioni sperimentali - VR e WEB - in relazione ai punteggi ottenuti, al fine di verificare o confutare le ipotesi di ricerca (Tabella 145).

Ipotesi	**Scala**
H1: Il tempo percepito è minore in VR rispetto al Web (VR < Web)	Q12a - Likert 1-7
H2a: La durata stimata è maggiore in VR rispetto al Web (VR > Web)	Q12b - Minuti (1-60)
H2b: In VR si sovrastima il tempo; nel Web no (VR > 8min & Web ≈ 8min)	Q12b - Minuti (1-60)
H3: La difficoltà percepita è maggiore in VR (VR > Web)	Q12c - Likert 1-7
H4: La soddisfazione è maggiore in VR (VR > Web)	Q12d - Likert 1-7
H5: La propensione a riutilizzare la VR è almeno pari al Web (VR ≥ Web)	Q12e - Likert 1-7
H6a: La qualità pragmatica è inferiore in VR (VR < Web)	Q13a-d - UEQ-S
H6b: La qualità edonica è superiore in VR (VR > Web)	Q13e-h - UEQ-S
H7a: Valenza e arousal sono maggiori in VR (VR > Web)	Q14a-b - SAM
H7b: Il controllo percepito (Dominanza) è minore in VR (VR < Web)	Q14c - SAM
H8: Il carico cognitivo e fisico è maggiore in VR (VR > Web)	Q15a-f - NASA-TLI
H9: La purchase intention è più alta in VR (VR > Web)	Q18 - Likert 1-7

Tabella 145: Riepilogo ipotesi di ricerca H1-H9.

L'ipotesi H1 postulava che la percezione soggettiva del tempo risultasse inferiore nella condizione VR rispetto alla navigazione tradizionale su sito Web (VR < Web), in linea con quanto atteso dalla letteratura sui processi di segmentazione degli eventi (Radvansky & Zacks, 2011) e minore attenzione al "contatore interno del tempo" in esperienze ad alto

coinvolgimento e interazione immersiva. I punteggi ottenuti alla domanda Q12a confermano l'ipotesi H1.

Q12a) Pensando alla tua esperienza. Quanto è durato l'evento che hai appena vissuto? Dai un voto usando questa scala, in cui 1 indica "molto breve" e 7 "molto lungo".

	CONDIZIONE		CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)	VR	WEB
	%	%	N	N
Top2 [7+6]	10%	20%	3	6
Medium [5+4]	50%	67%	15	20
Low [3+2+1]	40% **(B)**	13%	12	4
Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

	CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)
Media	3,9	4,6 **(A)**

Tabella 146: Verifica ipotesi H1: Il tempo percepito è minore in VR rispetto al Web (VR < Web). La lettera (A) e (B) indicano una differenza significativa legata alla media o percentuale maggiore.

La media di giudizio sul tempo trascorso (escludendo il periodo di prova) è infatti pari a 3,9 nella condizione VR e sale a 4,6 nella condizione Web (scala 1-7), con una differenza statisticamente significativa ($p < .05$). Tale differenza è ulteriormente corroborata dall'analisi delle distribuzioni di frequenza: nella condizione VR, il 40% dei partecipanti colloca il tempo percepito nella fascia bassa (punteggi [1-3]), contro il 13% nella condizione Web ($p < .05$). Al contrario, la fascia alta (punteggi [6-7]) è più rappresentata nella condizione Web (20%), pur senza raggiungere significatività statistica rispetto al 10% registrato in VR. I risultati confermano un effetto di compressione temporale nella realtà virtuale, coerente con l'ipotesi secondo cui un'esperienza immersiva, caratterizzata da un alto senso di presenza ed elevata stimolazione sensoriale, possa ridurre la consapevolezza soggettiva dello scorrere del tempo, proprio per la minore disponibilità di risorse attentive da dedicare al monitoraggio temporale: le stesse risorse d'attenzione allocate invece sullo svolgimento di un compito emotivamente coinvolgente ma anche con maggiore carico (workload).

L'ipotesi H2a postulava invece come la durata stimata in minuti - una rielaborazione oggettiva e numerica rispetto alla soggettività del tempo trascorso - risultasse maggiore nella condizione immersiva VR rispetto alla condizione Web. I dati raccolti tramite la domanda Q12b ("*Quanti minuti pensi sia durata l'esperienza?*" Range 1-60) evidenziano

una media di 10,1 minuti nella condizione VR e di 9,4 minuti per la navigazione Web. L'analisi statistica non rileva tuttavia una differenza significativa tra le due medie ($p > .05$), anche a causa della maggiore variabilità riscontrata nel gruppo VR (SD: 4,76) rispetto al gruppo Web (SD: 2,82). Di conseguenza, l'ipotesi H2a non può considerarsi confermata.

Q12b) Pensando alla tua esperienza. Quanti minuti pensi sia durata? Inserisci un valore numerico INTERO

	CONDIZIONE		CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)	VR (A)	WEB (B)
	%	%	N	N
5 minuti o meno [Sottostima]	30%	13%	9	4
Dai 6 a 10 minuti [Around Real Time]	33%	70% **(A)**	10	21
Da 11 a 15 minuti [Overstima]	30%	17%	9	5
Dai 16 ai 20 minuti [Distorsione]	7%		2	
Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

	CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)
Media	10,1	9,4
Deviazione standard	**4,76**	**2,82**

Tabella 147: Verifica ipotesi H2a: La durata stimata è maggiore in VR rispetto al Web (VR > Web)

È tuttavia rilevante osservare come la percentuale di stime *"Around Real Time"* (6-10 minuti), ossia l'intervallo più aderente alla durata reale dell'esperienza (8 minuti), sia significativamente più elevata nella condizione Web (70%) rispetto a quella registrata nella condizione VR (33%). La maggiore variabilità osservata nel gruppo VR verrà approfondita attraverso il test di Levene (Tabella 148), in relazione all'ipotesi H2b.

L'ipotesi H2b rappresenta un approfondimento della dinamica esplorata in H2a, poggiando sugli stessi presupposti teorici della Event Segmentation Theory (Radvansky & Zacks, 2011) e del modello di Time Reconstruction (Block & Zakay, 1997). Nello specifico, H2b prevedeva che, nella condizione immersiva VR, la molteplicità di segmenti percettivi e la maggiore ricchezza sensoriale determinassero una sovrastima significativa rispetto alla reale durata dell'esperienza (8 minuti), mentre nella condizione Web, più lineare e con pattern standardizzati e consolidati di navigazione, non emergesse una discrepanza significativa rispetto al tempo effettivo. In altri termini, si ipotizzava che la ricostruzione mnemonica retrospettiva nella realtà virtuale producesse un effetto distorsivo in eccesso, coerente con la maggiore densità episodica dell'esperienza.

I test t a campione singolo mostrano tuttavia come entrambe le condizioni presentino una stima significativamente superiore rispetto alla soglia reale: nella condizione VR la media

è pari a 10,1 minuti (t = 2,377; p = 0,024), mentre nella condizione Web la media è di 9,4 minuti (t = 2,652; p = 0,013). Questi risultati (Tabella 148) indicano che, contrariamente a quanto atteso, anche nella condizione Web si osserva una sovrastima significativa del tempo, sebbene con un'entità inferiore rispetto alla VR (scarto medio di 1,4 minuti contro 2,1 minuti in VR). L'ipotesi H2b risulta quindi parzialmente confermata.

Test a campione singolo Valore di test = 8 Q12b) Pensando alla tua esperienza. Quanti minuti pensi sia durata? Inserisci un valore numerico INTERO

CONDIZIONE	t	gl	**Sign p bilaterale**	**Δ vs 8**
VR	2,377	29	**0,024**	**+2,1 minuti**
WEB	2,652	29	**0,013**	**+1,4 minuti**

Test di omogeneità delle varianze Q12b) Pensando alla tua esperienza. Quanti minuti pensi sia durata? Inserisci un valore numerico INTERO

	Levene	gl1	gl2	**Sign p**
Basato sulla Media	10,109	1	58	**0,002**

Tabella 148: Verifica ipotesi H2b: In VR si sovrastima il tempo; nel Web no (VR > 8min & Web ≈ 8min) e Test di Levene per identificare la differenza di variabilità delle risposte per le due condizioni.

Pur in assenza di una differenza significativa tra le medie (H2a confutata), e a fronte di una sovrastima rilevata in entrambe le condizioni sperimentali (H2b solo parzialmente confermata), il test di Levene evidenzia tuttavia un importante insight di ricerca non previsto, ma coerente con le teorie prima discusse. La maggiore variabilità nelle stime di durata in VR (SD=4,76) rispetto alla versione Web (SD: 2,82) risulta infatti significativa (p = .002).

In ambienti ad alta immersività la molteplicità degli stimoli sensoriali e molteplici modalità di interazione con l'ambiente e con gli oggetti (prodotti) tende a generare esperienze di customer journey più soggettive, eterogenee e non standardizzate, a seconda del livello di esplorazione e interazione avuto con l'ambiente immersivo. Ne consegue che le stime retrospettive di durata possano essere influenzate dal numero e dalla natura dei segmenti mnemonici percepiti, risultando maggiormente disperse tra i partecipanti, anche a seconda del grado di interattività vissuto con il supermercato VR.

Al contrario, la condizione Web - più lineare, familiare e prevedibile - tende a produrre esperienze più compatte e uniformi, traducendosi in stime di durata più omogenee e quindi con minore variabilità interindividuale, giustificando il minore valore di SD (deviazione standard). In questo senso, la maggiore eterogeneità osservata nella condizione VR

rappresenta una conferma indiretta di un ambiente immersivo ricco, in cui ogni utente ha potuto effettuare il proprio personale percorso di spesa, più o meno "denso" di interazioni e di isole mnemoniche legate ai differenti momenti vissuti.

Saranno ora indagati i punteggi relativi alla difficoltà, soddisfazione e intention to use. L'ipotesi H3 prevedeva che l'esperienza fosse percepita come più difficile nella condizione VR rispetto alla navigazione Web. Nello specifico, l'utilizzo dell'headset, l'orientamento nello spazio tridimensionale, l'impiego dei controller per afferrare, spostare e selezionare prodotti, oltre che per muoversi nell'ambiente e interagire con il menù di sistema, rappresentano azioni che dovrebbero richiedere un maggiore carico cognitivo rispetto a un semplice clic nella bidimensionalità della navigazione internet. In linea con il Technology Acceptance Model (F. D. Davis, 1989; Sagnier et al., 2020), questa maggiore complessità operativa si traduce in un aumento della difficoltà percepita, soprattutto in utenti non abituali di tecnologie immersive.

Q12c) Quanto hai trovato difficile l'esperienza che hai appena fatto? Dai un voto usando questa scala in cui 1 indica "Per niente difficile" e 7 indica "Estremamente difficile"

	CONDIZIONE		CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)	VR	WEB
	%	%	N	N
Top2 [7+6]	7%		2	
Medium [5+4]	37%		11	
Low [3+2+1]	57%	100%	17	30
Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

	CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)
Media	3,4 **(B)**	1,2

Tabella 149: Verifica ipotesi H3: La difficoltà percepita è maggiore in VR (VR > Web)

I dati confermano pienamente H3: la media dei punteggi di difficoltà risulta significativamente più alta ($p<.0001$) nella condizione VR (M = 3,9) rispetto al Web (M = 1,2; Tabella 149). La navigazione web conferma inoltre il suo pieno ruolo di benchmark con il 100% dei partecipanti che riporta valori nella fascia Low (da 1 a 3: difficoltà bassa). Pur risultando significativamente più elevata rispetto al Web, la difficoltà percepita in VR si mantiene al di sotto del punto centrale della scala (4), indicando un'esperienza moderatamente impegnativa è solo nel 7% dei casi fonte di reale difficoltà: indice di un buon livello di progettazione dell'ambiente.

L'ipotesi H4 prevedeva invece che l'esperienza immersiva in VR risultasse più soddisfacente rispetto alla navigazione Web. L'ipotesi si fondava sull'idea che la maggiore immersività, novità e coinvolgimento sensoriale offerti dalla realtà virtuale generino un impatto emotivo più intenso, traducendosi in una soddisfazione superiore.

Q12d) Quanto sei soddisfatto dell'esperienza che hai appena vissuto? Dai un voto usando questa scala in cui 1 indica "Per niente soddisfatto" e 7 indica "Estremamente soddisfatto"

	CONDIZIONE		CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)	VR	WEB
	%	%	N	N
Top2 [7+6]	57%	43%	17	13
Medium [5+4]	27%	43%	8	13
Low [3+2+1]	17%	13%	5	4
Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

	CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)
Media	5,2	5,3

Tabella 150: Verifica ipotesi H4: La soddisfazione è maggiore in VR (VR > Web)

I dati raccolti confutano tuttavia l'ipotesi H4: i punteggi medi di soddisfazione risultano infatti pressoché equivalenti nelle due condizioni (VR = 5,2; Web = 5,3 su scala Likert 1-7), e l'analisi statistica non rileva differenze significative tra i gruppi ($p > .05$). È comunque rilevante sottolineare come la soddisfazione percepita si attesti su valori medio-alti per entrambe le condizioni (ben sopra il punto centrale della scala: 4), con oltre la metà dei partecipanti in VR (57%) e il 43% nel Web che esprimono giudizi molto positivi (valori 6 o 7). In sintesi, pur non emergendo una superiorità netta della realtà virtuale rispetto al web in termini di soddisfazione, l'esperienza risulta in ogni caso apprezzata. Le analisi di regressione successive (sezione 4.4.4) permetteranno di approfondire se i fattori che influenzano la soddisfazione differiscano tra le due modalità.

L'ipotesi H5 infine, l'ultima relativa al corpus di domande ad hoc sviluppate per il progetto di ricerca, si fonda sull'idea che una maggiore complessità operativa non comprometta necessariamente l'intenzione di riutilizzo, se l'esperienza nel complesso viene percepita come coinvolgente, innovativa e soddisfacente. Di conseguenza, sebbene l'esperienza in VR possa risultare più impegnativa, può comunque stimolare una forte motivazione intrinseca a ripetere l'esperienza, portando la propensione al riutilizzo a livelli pari o

superiori rispetto a una modalità più semplice ma meno immersiva come la navigazione Web.

Q12e) In merito alla tua esperienza. Quanto sei disposto a utilizzare nuovamente questa tecnologia/sistema in futuro? Dai un voto usando questa scala in cui 1 indica "Per niente disposto" e 7 indica "Estremamente disposto"

	CONDIZIONE		CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)	VR	WEB
	%	%	N	N
Top2 [7+6]	53%	73%	16	22
Medium [5+4]	33%	17%	10	5
Low [3+2+1]	13%	10%	4	3
Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

	CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)
Media	5,4	5,7

Tabella 151: Verifica ipotesi H5: La propensione a riutilizzare è almeno pari in VR (VR ≥ Web)

I dati di ITU (Intention To Use) raccolti tramite la domanda Q12e confermano l'ipotesi H5, non registrando differenze significative (p>.005) fra la condizione VR (5,4) e quella Web (5,7 su scala 1-7).

Anche la distribuzione delle risposte per brackets conferma un profilo comparabile: sebbene la percentuale di partecipanti con punteggi alti (6-7) sia superiore nel Web (73% vs 53% in VR), la condizione immersiva mostra una maggiore concentrazione nella fascia intermedia (33% vs 17%). Nel complesso, la VR mostra livelli di disponibilità all'uso futuro equivalenti alla modalità web, nonostante la maggiore complessità operativa. Questo dato rafforza l'idea che un'esperienza immersiva ben progettata possa risultare coinvolgente e accettabile anche in presenza di un carico cognitivo più elevato o di una minore performance in termini di user experience rispetto all'ormai consolidata navigazione web.

Focalizzandosi proprio sulla User Experience le ipotesi H6a e H6b prevedevano, rispettivamente, che la qualità pragmatica dell'esperienza fosse percepita come inferiore nella condizione VR rispetto alla versione Web (H6a: VR < Web), e che la qualità edonica, al contrario, fosse superiore in VR rispetto alla navigazione del sito (H6b: VR > Web).

I risultati medi (su scala 1-7) confermano pienamente entrambe le ipotesi (Tabella 152).

AREA		CONDIZIONE VR (A) Media	CONDIZIONE WEB (B) Media
PR	Q13a) Quanto l'interfaccia o il sistema ti hanno supportato nel completamento del compito? (Ostruente - Supportivo).	5,1	**5,8 (A)**
PR	Q13b) Quanto è stato semplice utilizzare il sistema? (Complicato - Facile)	5,2	**6,7 (A)**
PR	Q13c) Quanto velocemente e senza sforzo sei riuscito a completare le attività? (Inefficiente - Efficiente)	4,9	**6,7 (A)**
PR	Q13d) Quanto era chiara l'interfaccia o l'esperienza? (Confuso - Chiaro)	5,9	**6,8 (A)**
ED	Q13e) Quanto hai trovato interessante e stimolante l'esperienza? (Non interessante - Interessante)	**6,4 (B)**	4,4
ED	Q13f) Quanto è stata coinvolgente e attrattiva l'esperienza? (Noiosa - Coinvolgente)	**6,3 (B)**	4,1
ED	Q13g) Quanto l'esperienza ti è sembrata innovativa e creativa? (Convenzionale - Inventivo)	**6,5 (B)**	3,1
ED	Q13h) Quanto l'esperienza ti è sembrata nuova e originale? (Ordinario - All'avanguardia)	**6,5 (B)**	2,8
	Q13 Qualità Pragmatica [**PR**: media item A-B-C-D]	5,3	**6,5 (A)**
	Q13 Qualità Edonica [**ED**: media item E-F-G-H]	**6,4 (B)**	3,6

Tabella 152: Verifica ipotesi H6a: La qualità pragmatica è inferiore in VR (VR < Web) H6b: La qualità edonica è superiore in VR (VR > Web). È stato proposto per una maggiore sintesi un solo confronto sui dati medi.

In relazione all'ipotesi H6a i risultati mostrano un punteggio medio significativamente più basso per la VR (media = 5,3) rispetto al Web (media = 6,5), con scarti sistematici negativi su tutti e quattro gli item della scala e uno scarto medio di -1,2 (su scala 1-7). È tuttavia importante notare come la VR si collochi comunque ben al di sopra del punto centrale della scala (4), indicando un livello di usabilità pragmatica percepita soddisfacente, soprattutto alla luce della complessità tecnica in termini di comandi e funzioni, e il background ancora limitato di precedenti esperienze immersive. In questo senso, pur risultando meno immediata e intuitiva rispetto al Web - che rappresenta un goldstandard consolidato in termini di chiarezza, semplicità ed efficienza (media di 6,5 su 7) - la prova del supermercato VR conferma una progettazione efficace in termini di esperienza utente, sul piano funzionale.

In merito all'ipotesi H6b, i risultati mostrano un punteggio di qualità edonica molto elevato per la VR (media = 6,4 su 7), con valori prossimi al massimo della scala. La condizione Web, al contrario, si attesta a 3,6, con uno scarto complessivo di +2,8 punti a favore della VR, e positivo su tutti i singoli item. Va tuttavia precisato come la valutazione edonica del sito Web non risulti negativa, ma piuttosto neutrale (vicina al punto mediano della scala: 4), coerente con una modalità di navigazione ormai consolidata, che garantisce efficienza

ma non genera particolari picchi emozionali. In questo senso, il Web non delude, ma non sorprende: la sua interfaccia standardizzata e familiare offre un'esperienza funzionale ma meno emotivamente coinvolgente, consolidandosi come benchmark comparativo.
In sintesi, il Supermercato VR si conferma una modalità esperienziale ad alto impatto, capace di generare coinvolgimento emotivo, che verrà di seguito analizzato tramite scala Manikin, e senso di novità nettamente superiori rispetto al Web. Nonostante la maggiore complessità tecnica, intrinseca a questo nuovo sistema tecnologico, ha dimostrato buoni livelli di usabilità, prefigurandosi come un valido competitor in termini di nuove frontiere della customer journey.

Le ipotesi H7a e H7b esplorano le differenze in termini di coinvolgimento emotivo, misurato tramite la scala Self-Assessment Manikin (SAM), focalizzandosi rispettivamente su valenza e arousal (H7a: VR > WEB) e su dominanza percepita (H7b: VR < WEB).

		CONDIZIONE		CONDIZIONE	
		VR (A)	WEB (B)	VR	WEB
		%	%	N	N
Q14a) Valenza 1: Estremamente spiacevole e 9: Estremamente piacevole.	Top3 [9+8+7]	77% (B)	50%	23	15
	Medium [6+5+4]	17%	47% (A)	5	14
	Low [3+2+1]	7%	3%	2	1
	Media Valenza	**7,2 (B)**	**6,1**		
	Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*
Q14b) Arousal 1: Molto calmo/ tranquillo e 9: Molto eccitato/agitato.	Top3 [9+8+7]	7%		2	
	Medium [6+5+4]	43% (B)	10%	13	3
	Low [3+2+1]	50%	90% (A)	15	27
	Media Arousal	**3,9 (B)**	**1,9**		
	Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*
Q14c) Dominanza 1: Estremamente sottomesso e 9: Estremamente dominante.	Top3 [9+8+7]	47%	90% (A)	14	27
	Medium [6+5+4]	40% (B)	10%	12	3
	Low [3+2+1]	13%		4	
	Media Dominanza	**5,9**	**7,8 (A)**		
	Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

Tabella 153: Verifica ipotesi H7a: Valenza e arousal sono maggiori in VR (VR > Web) | H7b: Il controllo percepito è minore in VR (VR < Web). Scala di valutazione da 1 a 9.

In riferimento all'ipotesi H7a, i dati confermano come la condizione VR sia in grado di generare un'esperienza emotivamente più positiva ed intensa rispetto alla navigazione del Sito Web (Tabella 153). La valenza media in VR (7,2) risulta infatti significativamente più

alta rispetto al Web (6,1), con una distribuzione nettamente orientata ai valori più alti (77% di Top3), a indicare un vissuto percepito come estremamente piacevole e gratificante. Anche l'arousal risulta più elevato in VR (3,9 vs 1,9), con una maggiore attivazione emotiva, ma senza raggiungere livelli critici durante l'esperienza immersiva: circa la metà dei partecipanti si colloca su livelli medi (43%), mentre la metà resta nella fascia bassa (50%) e solo il 7% ha avvertito un senso di agitazione eccessivo. L'esperienza web si conferma un valido benchmark con un'attivazione prossima al valore minimo della scala in termini di arousal (1,9 su scala da 1 a 9): un'attività ordinaria e consolidata per i partecipanti.

In riferimento all'ipotesi H7b, i dati confermano come la VR sia percepita come meno controllabile rispetto alla navigazione Web. La media complessiva di dominanza risulta infatti più bassa in VR (5,9 su scala 1-9) rispetto al Web (7,8). Tuttavia, è importante sottolineare come il valore medio registrato in VR si collochi comunque sopra il punto centrale della scala (5), evidenziando quindi un livello di controllo sufficiente, ma migliorabile. Solo il 13% dei partecipanti si posiziona infine nella fascia bassa della scala (valori 1-3), indice del fatto che non si siano registrati effetti di sovraccarico o disorientamento diffuso.

Nel complesso, l'esperienza in realtà virtuale delinea un profilo emotivo positivo, coinvolgente e gestibile. La VR attiva emozioni piacevoli e un buon livello di coinvolgimento, grazie ad un arousal intermedio che mantiene alta l'attenzione senza generare disagio. Il senso di padronanza risulta adeguato, anche se migliorabile, suggerendo margini di ottimizzazione sul piano della user experience, soprattutto nella direzione di una maggiore reattività e chiarezza dei feedback operativi, per avvicinarsi al benchmark di padronanza generato dalla consolidata navigazione web.

L'ipotesi H8, secondo cui il workload percepito risulterebbe maggiore nella condizione VR rispetto alla navigazione Web, data la maggiore complessità di interazione, trova piena conferma nei dati. Tutti i sei item della scala NASA-TLI, così come la media complessiva (VR = 2,9 vs Web = 1,5 su scala 1-7), presentano differenze significative a favore del Web, che si conferma un benchmark di efficienza e leggerezza in termini di utilizzo.

Le differenze più marcate si registrano sullo sforzo mentale (+2,1 di VR rispetto al Web) e sullo sforzo generale (+1,8 di VR), evidenziando un maggiore impegno cognitivo e generale richiesto dalla realtà immersiva. Nessuna dimensione raggiunge tuttavia per la VR livelli critici con i punteggi più alti che si mantengono su valori moderati (3,3 e 3,4), e

dimensioni potenzialmente più problematiche come frustrazione (2,7) o pressione temporale (2,0) risultano contenute.

	CONDIZIONE VR (A) Media	WEB(B) Media
Q15a) Sforzo Mentale 1 = Per niente 7 = Estremamente impegnativo	**3,4 (B)**	1,3
Q15b) Sforzo Fisico 1 = Nessuno sforzo 7 = Massimo sforzo fisico.	**2,5 (B)**	1,1
Q15c) Pressione temporale 1 = Nessuna 7 = Massima pressione.	**2,0 (B)**	1,3
Q15d) Performance 1 = Perfettamente 7 = Per niente soddisfatto.	**3,3 (B)**	2,3
Q15e) Sforzo generale 1 = Minimo 7 = Massimo sforzo.	**3,3 (B)**	1,5
Q15f) Frustrazione 1 = Per niente 7 = Estremamente frustrato.	**2,7 (B)**	1,3
Q15_TLI (Media totale)	**2,9 (B)**	1,5

Tabella 154: Verifica ipotesi H8: Il carico cognitivo, fisico e generale è maggiore in VR (VR > Web)

Nel complesso, la VR richiede un workload più elevato, coerentemente con la maggiore complessità sensoriale e interattiva dell'esperienza immersiva, con margini di miglioramento e ottimizzazione futuri, ma confermando una solidità funzionale dell'ambiente realizzato per il progetto di ricerca.

L'ipotesi H9, l'ultima formulata, prevedeva infine che l'esperienza immersiva potesse generare una maggiore propensione all'acquisto rispetto alla navigazione Web, grazie alla possibilità di esplorare liberamente l'ambiente, interagire con i prodotti e vivere una simulazione realistica del punto vendita. I risultati non mostrano una differenza statisticamente significativa, ma indicano comunque una tendenza favorevole per i sistemi immersivi (Tabella 155): il punteggio medio risulta infatti più elevato in VR (5,2 su 7) rispetto al Web (4,5), e anche la quota di partecipanti nel range di alta ITP (Top2) è maggiore nella condizione immersiva (47% vs 37%).

Q18) Quanto questa esperienza ti ha invogliato a fare acquisti. Dai un voto scegliendo su questa scala, in cui 1 indica Per niente e 7 Moltissimo.

	CONDIZIONE		CONDIZIONE	
ITU [Intention To Purchase)	VR (A) %	WEB (B) %	VR N	WEB N
Alta [7+6]	47%	37%	14	11
Intermedia [5+4]	43%	30%	13	9
Bassa [3+2+1]	10%	33% (A)	3	10
Totale	*100%*	*100%*	*30*	*30*

	CONDIZIONE	
	VR (A)	WEB (B)
Media	5,2	4,5

Tabella 155: Verifica ipotesi H9: La purchase intention è più alta in VR (VR > Web)

Tramite i modelli di regressione (sezione 4.4.4) si approfondirà in seguito quali fattori possano modulare questo Key Performance Index (KPI), e quindi incrementare la frequenza e la volontà di fare acquisti grazie a sistemi immersivi di shopping.

Le misure relative alla presenza percepita (Q16) (Witmer & Singer, 1998; Singer & Witmer, 2004), rilevate unicamente per la condizione immersiva e per cui non sono state formulate ipotesi di ricerca dedicate, restituiscono un quadro complessivamente positivo. Le cinque sottoscale - *Ability to act*, *Ability to examine*, *Interface quality (reversed)*, *Self-assesment performance* e *Realism* - si collocano tutte sopra il valore 5 su una scala 1-7, con una media complessiva pari a 5,3.

Solo condizione VR	Top2 [7+6]	Medium [5+4]	Low [3+2+1]	Media
Q16 Ability to act (media item A-D)	48%	43%	9%	5,2
Q16 Ability to examine (media item E-G)	52%	42%	6%	5,4
Q16 Interface quality (media item H-J invertiti)	53%	33%	13%	5,4
Q16 Self-assessment performance (media item K-L)	50%	45%	5%	5,3
Q16 Realism (media item M-S)	44%	46%	10%	5,2
Media complessiva	**48%**	**43%**	**9%**	**5,3**

Tabella 156: Il senso di Presenza generato dall'esperienza VR.

In particolare, la sottoscala *Interface quality* (item ricalcolati in senso inverso: maggiore punteggio indica minore interferenza) ottiene il punteggio medio più elevato (5,4), indicando una buona usabilità del sistema e una minima interferenza percepita nell'interazione. Anche *Ability to examine* (5,4) e *Self-assesment performance* (5,3) confermano una buona efficacia esplorativa e un adattamento soggettivo soddisfacente all'ambiente virtuale. Le dimensioni *Ability to act* e *Realism* si attestano su valori leggermente inferiori (5,2), ma comunque indicativi di un buon controllo percepito e di un

realismo sufficiente. In media, infine, il 48% dei partecipanti si colloca nel range Top2 (valori 6 o 7), mentre solo il 9% riporta valutazioni basse (da 1 a 3). Il profilo rilevato è positivo, grazie anche allo sviluppo di script C# che hanno creato una "vera esperienza di shopping", ma interventi mirati su realismo e controllo operativo potrebbero rafforzare ulteriormente la sensazione di presenza.

In sintesi, l'esperienza in VR si distingue in modo netto dalla navigazione Web tradizionale per il suo maggiore impatto esperienziale: genera un effetto di compressione temporale, attiva emozioni più intense e coinvolge l'utente in modo multisensoriale, a fronte di un workload soggettivamente più elevato ma ben tollerato. Pur presentando una minore qualità pragmatica (comunque soddisfacente), la VR compensa con un'elevata qualità edonica, che contribuisce alla costruzione di un'esperienza piacevole e memorabile. La soddisfazione e l'intenzione all'uso futuro si mantengono elevate in entrambe le condizioni, mentre la propensione all'acquisto mostra una tendenza più favorevole in VR, pur senza raggiungere la significatività statistica. Nel complesso, la realtà virtuale emerge come un canale promettente per esperienze d'acquisto, capace di attivare leve emotive, cognitive e comportamentali distinte rispetto al Web.
La sezione successiva esplorerà in modo più puntuale quali fattori predittivi - interni all'esperienza - contribuiscano alla soddisfazione, all'intenzione di riutilizzo e alla purchase intention, attraverso modelli di regressione multivariata.

4.4.4 I modelli predittivi per soddisfazione, intenzione d'uso e di acquisto

Alla luce dei risultati emersi dal confronto tra le due condizioni sperimentali, la presente sezione focalizza l'attenzione su tre esiti chiave - soddisfazione complessiva (Q12d), intenzione di riutilizzo (Q12e) e propensione all'acquisto (Q18) - selezionati in quanto indicatori strategici non solo di successo dell'esperienza, ma anche di valutazione economica da parte dei brand che si stanno approcciando a questo nuovo universo digitale. Queste variabili sintetizzano infatti gli esiti di un'esperienza immersiva lungo un continuum che va dalla valutazione affettiva immediata, indice del livello di engagement generato, alla disponibilità a reiterare l'esperienza, elemento cruciale per la fidelizzazione e per l'ammortamento nel lungo periodo di eventuali investimenti in tecnologie VR, fino alla capacità di tradurre il coinvolgimento in un comportamento di acquisto concreto.
Le analisi precedenti hanno già mostrato come tali indicatori risultino già positivi per la VR e sostanzialmente comparabili alla condizione Web (soddisfazione: 5,2 vs 5,3; intenzione di riutilizzo: 5,4 vs 5,7; purchase intention: 5,2 vs 4,5), con una tendenza

favorevole della VR nell'incrementare la propensione all'acquisto. L'obiettivo di questa analisi è quindi individuare i fattori che incidono maggiormente sui tre KPI identificati, al fine di orientare futuri interventi di sviluppo e ottimizzazione di ambienti immersivi destinati all'acquisto di beni di largo consumo e, più in generale, a contesti di retail esperienziale.

Dal punto di vista metodologico, per ciascun KPI (Q12d, Q12e, Q18) è stata condotta un'analisi di regressione lineare con metodo stepwise, considerando come variabili indipendenti le misure raccolte durante l'esperimento: la propensione all'uso della tecnologia (Q11 articolata in facilità, utilità percepita e intenzione d'uso), la percezione del tempo e della durata e la difficoltà percepita (Q12a-c), la qualità pragmatica ed edonica (Q13), i parametri di valenza, arousal e dominanza (Q14a-c), il carico complessivo rilevato tramite la scala NASA-TLI (Q15) e, per la sola condizione VR, le cinque sottoscale della presenza percepita (Q16).

L'analisi è stata condotta separatamente per le due condizioni sperimentali: la stima dei modelli di regressione per la condizione Web non ha infatti lo scopo di definire linee di intervento, ma funge da benchmark comparativo. In questo modo sarà possibile distinguere se i fattori predittivi di ciascun KPI siano specifici della VR, richiedendo interventi mirati di ottimizzazione, oppure se rappresentino driver trasversali alle due tecnologie, attivabili in modo coerente per migliorare l'esperienza d'acquisto indipendentemente dal canale utilizzato.

La soddisfazione generale rispetto all'esperienza (Q12d) presenta, nei due modelli di regressione, una quota di varianza spiegata analoga (43%: Tabella 157). Nelle analisi VR questo KPI è tuttavia quello con il minor livello di R2, a indicare come la soddisfazione complessiva possa rappresentare un indicatore di sintesi, influenzato dagli altri KPI o da meccanismi di moderazione e mediazione di differenti fattori (aspetto qui non indagato data la numerosità campionaria contenuta del campione).

L'unico predittore significativo emerso è il senso di Dominanza percepita ($\beta = .669$), ossia la percezione di "sentirsi in controllo", di potersi muovere liberamente, di interagire con gli elementi e monitorare il proprio percorso di spesa. Questo aspetto si conferma un punto chiave di ottimizzazione, confermato dal punteggio medio (5,9 su 9) significativamente inferiore per la condizione VR rispetto a quanto registrato nella navigazione WEB (7,8 su 9), pur non costituendo una criticità in senso assoluto. L'analisi comparativa con il modello di regressione WEB conferma il ruolo della dominanza come fattore rilevante nell'aumento

della soddisfazione generale, e segnala la Qualità Edonica come ulteriore predittore della soddisfazione complessiva: aspetto su cui la VR ha già dimostrato performance elevate (6,4 su 9) e significativamente superiori rispetto alla navigazione Web (3,6 su 9). La qualità Edonica non rappresenta quindi un'area prioritaria di intervento per ambiente VR, ma un aspetto da preservare.

Dipendente: *Q12d) Quanto sei soddisfatto dell'esperienza che hai appena vissuto? Dai un voto usando questa scala in cui 1 indica "Per niente soddisfatto" e 7 indica "Estremamente soddisfatto"*

Condizione	VR	WEB
R-Quadrato Adjusted	**43%**	**43%**
F = SSR/SSE	22,688	11,787
p (F)	<,001	<,001
B0 (costante)	**2,343**	**-0,070**
p (B0)	0,001	0,958 (NON SIGN)
Predittore B1	**Q14c Dominanza**	**Q13 Qualità edonica**
B1 Standardizzato	**0,669**	**0,608**
p (B1)	<,001	<,001
VIF (multicollinearità)	Nessuna	1,04
Predittore B2		**Q14c Dominanza**
B2 Standardizzato		**0,443**
p (B2)		0,005
VIF (multicollinearità)		1,04

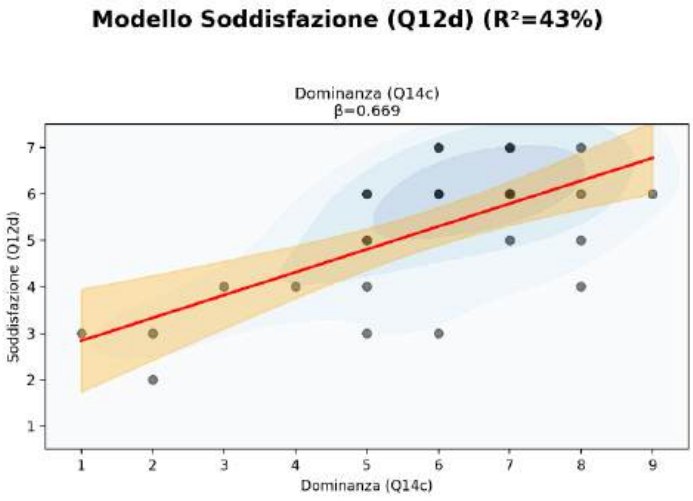


Tabella 157: Modello predittivo Soddisfazione Esperienza (Q12d). Grafico per sola condizione VR

In termini operativi, per incrementare la soddisfazione complessiva di esperienze VR simili, sarà quindi opportuno intervenire con piccole implementazioni mirate ad accrescere la percezione di controllo situazionale, come bottoni per il cambio di scenario, che

consentano di accedere a stanze o ambienti diversi rispetto a quello in cui ci si trova, meccanismi retroattivi che permettano, ad esempio, dalla schermata di cassa di escludere automaticamente alcuni prodotti senza dover "tornare indietro" fisicamente nel supermercato virtuale, fino a schede di prodotto in realtà aumentata, consultabili in qualsiasi momento, che forniscano informazioni aggiuntive rispetto a quelle più ridotte (di nome e prezzo) nell'ambiente standard.

L'intenzione di utilizzo futuro (Q12e: ITU) restituisce per la condizione VR un modello di regressione particolarmente solido (R^2 = 78%), rispetto al valore più contenuto registrato per la navigazione WEB (R^2 = 25%; Tabella 158). Questo divario è interpretabile considerando la diversa familiarità degli utenti con i due ambienti: la navigazione web è ormai una modalità consolidata, mentre la VR rappresenta un'esperienza nuova, che richiede un maggiore investimento valutativo e una più attenta ponderazione, ma su cui si può intervenire per aumentare l'ITU. Ancora una volta la valutazione web sarà quindi considerata solo come benchmark di confronto e validazione dei tre predittori emersi per l'ITU di sistemi immersivi. Più in dettaglio:

- Il primo, e più rilevante, è la Valenza emotiva (β = 0,599), ossia la positività complessiva del vissuto emotivo. Con una media di 7,2 su una scala da 1 (estremamente spiacevole) a 9 (estremamente piacevole), la valenza dell'esperienza di shopping nel supermercato VR si colloca già su livelli alti, e significativamente superiori rispetto a quanto registrato per la navigazione Web (6,1). Permangono tuttavia margini di miglioramento che potrebbero incrementare anche l'intenzione d'uso futuro di questa nuova tecnologia immersiva per i processi di acquisto.
- Il secondo predittore fondamentale è la qualità Pragmatica (β = 0,273), con un peso inferiore rispetto al precedente ma un impatto sempre di tipo positivo sull'ITU. Come evidenziato nella discussione dell'ipotesi H6a, la VR registra un punteggio medio di 5,3 (su scala da 1 a 7), significativamente inferiore rispetto al benchmark di funzionalità rappresentato dalla navigazione Web (6,5 su 7). Questa dimensione riflette la percezione di utilità, funzionalità, chiarezza e struttura dell'esperienza, per cui si evidenziano margini di miglioramento per l'esperienza immersiva, che tuttavia non registra valori critici in senso assoluto (media superiore rispetto al punto centrale della scala: 4). Miglioramenti in tali aree - ad esempio ottimizzando la chiarezza delle interfacce, la velocità di esecuzione dei compiti e la semplicità d'uso - possono accrescere l'intenzione di utilizzo futuro, generando al contempo

un aumento indiretto della sensazione di padronanza e controllo, visto in precedenza.

- Infine, un contributo ulteriore, e sempre di tipo positivo, deriva dalla predisposizione individuale all'uso della tecnologia (*Intention to Use*, $\beta = 0{,}236$). Pur trattandosi di un aspetto meno direttamente modificabile perché legato alla propensione del soggetto e non direttamente collegato all'ambiente VR sviluppato, potrebbe essere tuttavia sostenuto attraverso strategie di comunicazione e familiarizzazione, ad esempio tramite contenuti social e campagne informative mirate, in grado di ridurre le barriere psicologiche e aumentare la curiosità verso i sistemi immersivi per esperienze di shopping online e non solo.

Dipendente: *Q12e) Quanto sei disposto a utilizzare nuovamente questa tecnologia/sistema in futuro? Dai un voto usando questa scala in cui 1 indica "Per niente disposto" e 7 indica "Estremamente disposto"*

Condizione	VR	WEB
R-Quadrato Adjusted	**78%**	**25%**
F = SSR/SSE	35,878	5,756
p (F)	<,001	0,008
B0 (costante)	**-2,071**	**-3,207**
p (B0)	0,021	0,330 (NON SIGN)
Predittore B1	**Q14a Valenza**	**Q11 Perceived Usefulness**
B1 Standardizzato	**0,599**	**0,435**
p (B1)	<,001	0,012
VIF (multicollinearità)	1,51	1,00
Predittore B2	**Q13 Qualità Pragmatica**	**Q13 Qualità Pragmatica**
B2 Standardizzato	**0,273**	**0,345**
p (B2)	0,01	0,041
VIF (multicollinearità)	1,28	1,00

Predittore B3	**Q11 Intention to Use**
B3 Standardizzato	**0,236**
p (B3)	0,024
VIF (multicollinearità)	1,28

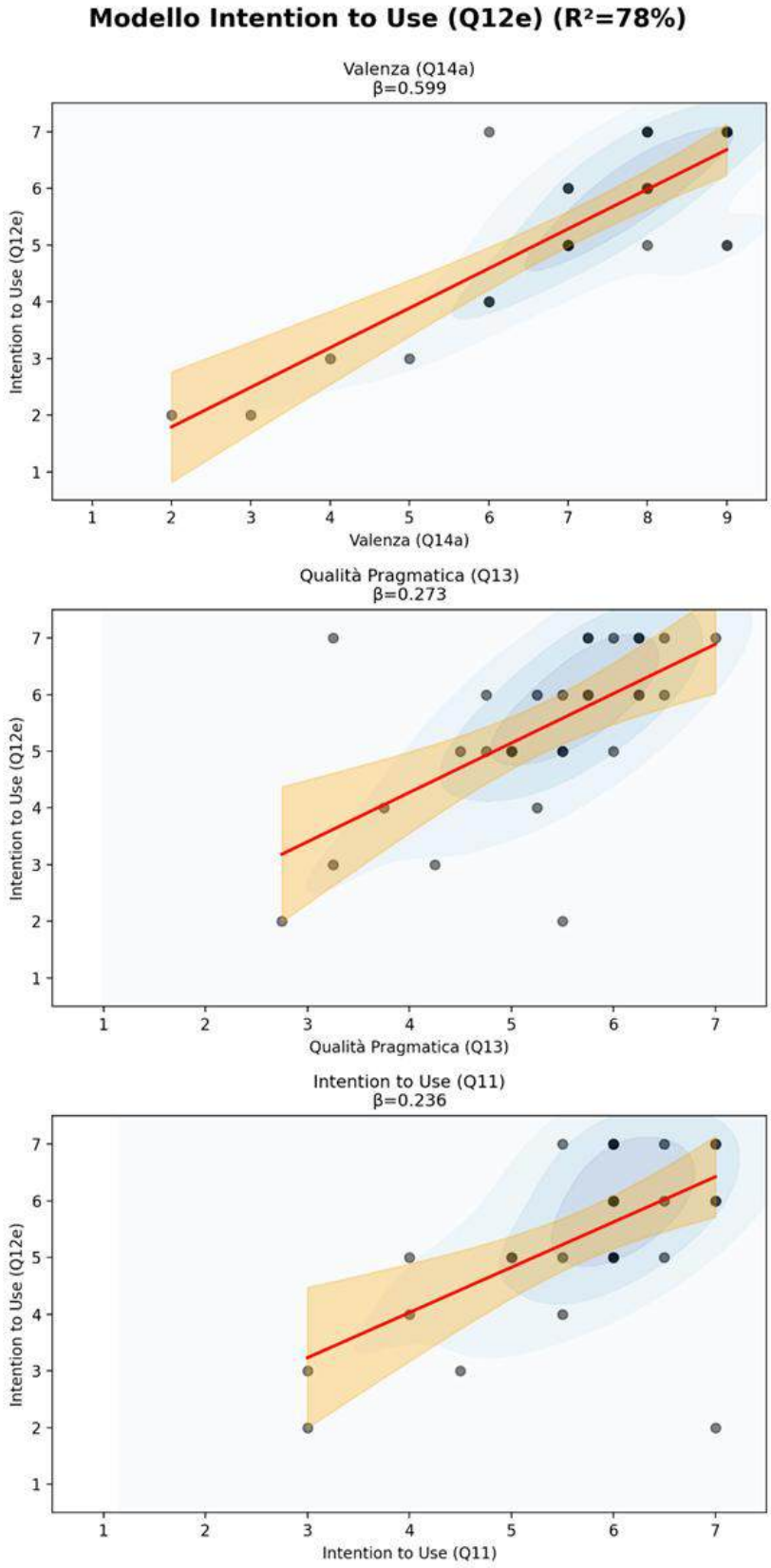


Tabella 158: Modello predittivo Intenzione di Utilizzo Futuro (Q12e). Grafici per sola condizione VR

L’intenzione d’acquisto (Q18: ITP) restituisce infine, nella condizione immersiva, un modello predittivo ancora più solido (R^2 = 83%), con un impianto di predittori che ricalca fedelmente quanto osservato per l’intenzione futura di utilizzo (Q12e). Questo dato conferma non solo la consistenza interna del sistema VR, ma suggerisce come l’intervento su determinati parametri esperienziali possa determinare allo stesso tempo un aumento nella disponibilità all’acquisto e nella propensione a riutilizzare il sistema in futuro. In altre parole, se un sistema immersivo piace, viene riutilizzato, e più viene usato, più diventa uno spazio che incrementa la propensione all’acquisto, creando così un ritorno economico effettivo che controbilanci le spese di sviluppo iniziale.

Dipendente: *Q18) Quanto questa esperienza ti ha invogliato a fare acquisti. Dai un voto scegliendo su questa scala, in cui 1indica Per niente e 7 Moltissimo*

Condizione	VR	WEB
R-Quadrato Adjusted	**83%**	**43%**
F = SSR/SSE	46,994	8,336
p (F)	<,001	<,001
B0 (costante)	**-1,950**	**-3,793**
p (B0)	0,009	0,075 (NON SIGN)
Predittore B1	**Q14a Valenza**	**Q14a Valenza**
B1 Standardizzato	**0,575**	**0,428**
p (B1)	<,001	0,009
VIF (multicollinearità)	1,51	1,17
Predittore B2	**Q13 Qualità Pragmatica**	**Q13 Qualità Edonica**
B2 Standardizzato	**0,292**	**0,397**
p (B2)	0,003	0,015
VIF (multicollinearità)	1,28	1,17
Predittore B3	**Q11 Intention to Use**	**Q14c Dominanza**
B3 Standardizzato	**0,280**	**0,359**
p (B3)	0,004	0,019
VIF (multicollinearità)	1,28	1,05

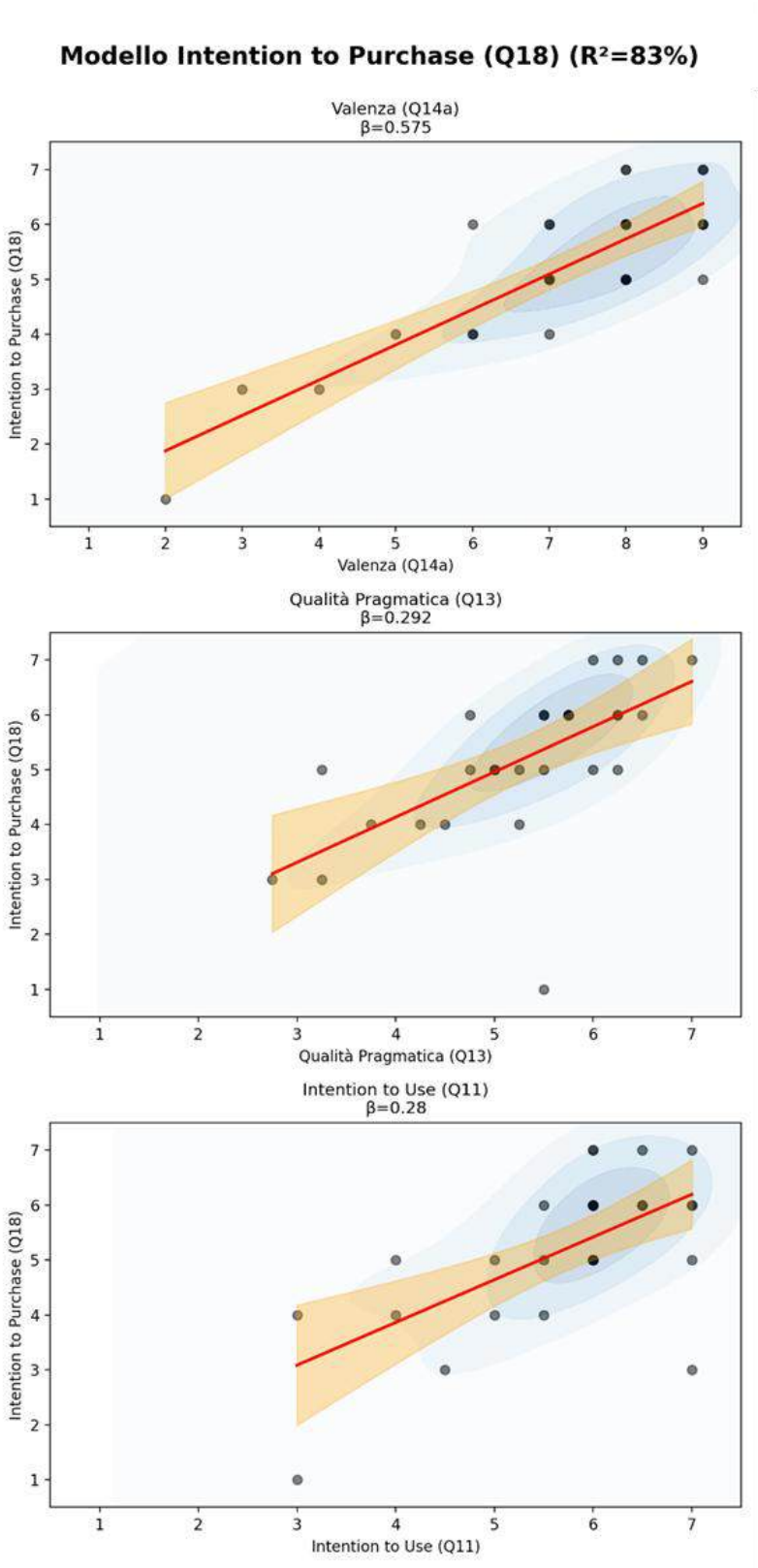


Tabella 159: Modello predittivo Intention To Purchase (Q18). Grafici per sola condizione VR

In dettaglio i tre predittori dell'Intention To Purchase sono:

- La Valenza emotiva dell'esperienza (β = 0,575), ovvero la positività globale del vissuto, che si conferma la leva più forte in termini comportamentali. Un ambiente immersivo appagante, coinvolgente e piacevole non solo attiva l'interesse, ma stimola concretamente l'intenzione di acquisto.
- La Qualità Pragmatica (β = 0,292), cioè la percezione dell'ambiente come chiaro, strutturato e funzionale, rappresenta un secondo driver fondamentale. Si ricorda come la media registrata per la VR (5,3 su 7) risulti buona ma migliorabile, soprattutto se confrontata con il goldstandard funzionale della navigazione Web (6,5 su 7), che raggiunge il picco della scala di valutazione.
- Infine, la predisposizione individuale all'uso della tecnologia (Intention to Use, β = 0,280) emerge nuovamente come fattore rilevante: meno legato allo sviluppo progettuale in sé, ma potenzialmente rafforzabile tramite strategie di comunicazione e familiarizzazione.

La navigazione Web, pur restituendo un modello meno forte (R^2 = 43%), conferma la rilevanza di dimensioni già osservate nei modelli precedenti: la Valenza (β = 0,428) e la Dominanza (β = 0,359), su cui permangono margini di miglioramenti per il sistema immersivo testato, e la Qualità Edonica (β = 0,397), che per la condizione VR si assesta già su livelli elevati (6,4 su 7) e significativamente superiori rispetto al Web (3,6).

Tutti i modelli di regressione analizzati risultano privi di problemi di multicollinearità (VIF < 5), a conferma di come i predittori inclusi operino su dimensioni distinte e complementari dell'esperienza. Le tre variabili target - soddisfazione complessiva (q12d), intenzione futura di utilizzo (q12e) e propensione all'acquisto (q18) - mostrano al contrario, in particolare per la condizione immersiva, correlazioni elevate e significative.

	Condizione VR			Condizione WEB		
r (correlazioni)	Q12d	Q12e	Q18	Q12d	Q12e	Q18
Q12d) Soddisfazione		,607**	,636**		,483**	,823**
Q12e) Intention to Use	,607**		,841**	,483**		,738**
Q18) Intention to purchase	,636**	,841**		,823**	,738**	

Tabella 160: La correlazioni fra le variabili target delle rette di regressione (Q12d, Q12e, Q18). Il simbolo ** indica correlazioni significative con p<0,05

In particolare, la forte associazione tra intenzione di utilizzo futuro e intenzione di acquisto (r = .841), così come quella tra soddisfazione e intention to purchase (r = .636),

suggeriscono come un intervento efficace su un numero ristretto di parametri possa generare effetti sinergici su tutti e tre i KPI target analizzati.

Alla luce dei risultati emersi dai modelli predittivi multivariati, lo scopo finale è quindi definire chiare linee guide operative per intervenire sui tre predittori che si sono rivelati più influenti nel generare soddisfazione, intenzione futura di utilizzo e propensione all'acquisto, ossia: *Qualità Pragmatica, Valenza Emotiva e Dominanza*. L'analisi delle correlazioni (Tabella 161) individua una serie di variabili progettuali e percettive - legate alle predisposizioni individuali (Q11), alla percezione della difficoltà (Q12c), al carico cognitivo (Q15) e alle dimensioni della presenza (Q16) - che, pur non rappresentando predittori diretti dei tre KPI, risultano significativamente associate a quegli asset di Qualità Pragmatica, Valenza e Dominanza che influenzano i comportamenti target (Q12d, Q12e, Q18).

SOLO VR (correlazioni)	**Q13 Pragmatica**	**Q14a Valenza**	**Q14c Dominanza**
Q11 Perceived Ease of Use			
Q11 Perceived Usefulness	**,597****	**,718****	**,469****
Q11 Intention to Use		,466**	,373*
Q12a) Percezione tempo			
Q12b) Percezione durata (minuti)			
Q12c) Difficoltà percepita	**-,457***	**-,363***	**-,652****
Q15) NASA_TLI punteggio globale	**-,674****	**-,606****	**-,859****
Q16) Ability to act	**,664****		**,651****
Q16) Ability to examine	**,781****		**,566****
Q16) Interface quality (invertito)	**,482****	,369*	**,426***
Q16) Self-assesment performance	**,559****		**,629****
Q16) Realism	**,679****	,578**	**,580****

Tabella 161: Modelli correlazione per la definizione di linee guida volte a migliorare la User Experience Pragmatica, la Valenza e la Dominanza: i tre predittori dei KPI di soddisfazione, intention to use e intention to purchase (Q12d, Q12e, Q18)

Tra le variabili esaminate, la predisposizione individuale verso la tecnologia VR - misurata attraverso la scala Perceived Usefulness (Q11) - si configura come una leva rilevante, in grado di influenzare significativamente, e in modo positivo, i tre asset chiave emersi dai modelli di regressione: Qualità Pragmatica (r = .597), Valenza Emotiva (r = .718) e Dominanza (r = .469). Tali risultati evidenziano come l'aspettativa di utilità, rilevata prima

dell'esperienza ma dopo la fase di familiarizzazione tecnica (training in ambiente VR Core SDK), contribuisca a predisporre l'utente in modo favorevole, facilitando il coinvolgimento emotivo e il senso di padronanza sull'ambiente. A livello progettuale, questo implica la necessità di comunicare in modo chiaro, accessibile e credibile le potenzialità dell'esperienza immersiva già in fase preliminare, soprattutto quando si intercetta un pubblico con bassa familiarità con sistemi immersivi.
Interventi mirati di comunicazione possono dunque rappresentare un fattore abilitante per la valorizzazione complessiva del sistema. Alcuni commenti dei partecipanti supportano questa lettura, sottolineando il potenziale percepito della VR come strumento utile e performante, che può e deve essere comunicato:

- *"Mi hanno convinto moltissimo le possibilità di interazione con l'ambiente virtuale e i vari tool pensati per velocizzare l'esperienza di acquisto"*
- *"La possibilità di poter afferrare e visionare gli oggetti, una volta implementati del tutto, permetteranno di convincere completamente l'utente finale all'acquisto o meno di un determinato prodotto"*

La seconda linea operativa riguarda la semplificazione dell'esperienza immersiva, intesa come contenimento della difficoltà percepita (Q12c) e del workload complessivo (Q15). L'analisi delle correlazioni (Tabella 161) mostra come entrambe le variabili siano negativamente associate ai tre predittori, in particolare a Dominanza (r = -.652 e -.859) e Qualità Pragmatica (r = -.457 e -.674), ma anche alla Valenza Emotiva (-.606 con il workload). Ciò indica che un sovraccarico percepito e una maggiore difficoltà generale possano indebolire il senso di controllo, ostacolare la fluidità e smorzare il coinvolgimento emotivo. In tal senso i risultati ottenuti in fase di valutazione dell'esperienza VR dimostrano medie significativamente superiori rispetto alla condizione Web, ma mai su livelli critici (media VR = 3,4 su 7 per Q12c, rispetto a WEB = 1,2 ; media Q15_NASA_TLI totale = 2,9 su 7, rispetto a WEB = 1,5). Si tratta di quindi di ottimizzazioni, confermate anche dai partecipanti nella domanda aperta di valutazione dell'esperienza:

- *"Ho trovato l'esperienza molto coinvolgente… Non avendo molte esperienze di VR alle spalle, mi sarebbe servito un po' più di tempo per padroneggiare bene i joypad."*
- *"È un'esperienza più complessa, ma non ho avuto grosse difficoltà, solo un po' di disorientamento iniziale."*

- *"Dopo qualche minuto di adattamento, è come se stessi davvero facendo la spesa: molto coinvolgente, anche se un po' più faticosa."*

Il terzo e ultimo asset di intervento riguarda il senso di presenza generato dall'esperienza immersiva. Pur non configurandosi come predittore diretto dei comportamenti target, la presenza rappresenta un modulatore trasversale e significativo dei predittori identificati dai modelli di regressione: risulta infatti fortemente associata alla Qualità Pragmatica (Realism: r = .679), alla Dominanza (Self-Assessment Performance: r = .629; Ability to act: r = .651) e alla Valenza Emotiva (Realism: r = .578). Nel complesso, il senso presenza si configura come un fattore amplificatore dell'esperienza immersiva, in grado di rafforzare la funzionalità percepita (Qualità Pragmatica), il senso di controllo sull'ambiente (Dominanza), e, anche se in misura minore, il coinvolgimento emozionale positivo (Valenza). Le valutazioni raccolte tramite il Presence Questionnaire (Q16) restituiscono, come visto, un quadro positivo (Tabella 156) e ugualmente performante su tutte le sottoscale, con medie comprese fra 5,2 e 5,4 su un range [1, minimo; 7 massimo]. Il Supermercato VR ha quindi fornito una buon livello di presenza, come si evince dai commenti dei partecipanti:

- *"Sembra di essere realmente di fronte ad uno scaffale del supermercato, la ritengo migliore rispetto ad una classica navigazione di un sito web"*
- *"Mi ha colpito il modo in cui mi sono estraniata dalla realtà circostante e quanto fosse simile ad un'esperienza di acquisto nel mondo reale"*.

Trattandosi tuttavia di una dimensione rilevante nel plasmare l'esperienza, lavorare ulteriormente sulla qualità dell'interazione, sulla precisione dei movimenti e sulla coerenza percettiva dell'ambiente rappresenta un'opportunità strategica di ottimizzazione per impattare, in modo indiretto, su soddisfazione (q12d), intenzione d'uso futura (q12e), incrementando l'intention to purchase (q18), come si evince da altri commenti:

- *"L'esperienza viene vissuta come se fosse un gioco: invoglia a comprare non solo per necessità ma anche per vivere l'esperienza. Mi piace l'idea di libertà nell'ambiente con anche supporti come il menu di recap spesa, oltre che l'idea di passare velocemente da una sezione all'altra"*
- *"Un'esperienza divertente. Era talmente facile, semplice e immediato che divertendomi ero portato a mettere più cose nel carrello, o cose che diversamente non avrei comprato. La classica navigazione web è abitudinaria, questa era eccitante. Bisogna solo prenderci un po' la mano ma una volta padroneggiati tutti i comandi diventa un gioco ed è estremamente immersivo"*.

4.5 Conclusioni, limiti e traiettorie di sviluppo di sistemi VR

Tramite le analisi condotte è possibile trarre importanti considerazioni conclusive utili a definire in modo critico i limiti e le potenzialità di esperienze di shopping immersivo, soprattutto alla luce dei confronti diretti fra VR e Navigazione Web, di cui si propone di seguito un riepilogo.

Ipotesi	VR (A)	WEB (B)	Status
H1: Il tempo percepito VR è minore rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	3,9	**4,6 (A)**	**Confermata**
H2a: La durata in minuti stimata è maggiore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-60]*	10,1 **4,76 (A)**	9,4 2,82	Non confermata, ma differenza fra SD
H2b: In VR si sovrastima la durata in minuti, su Web no: vs 8'' *[SCALA 1-60]*	+2,1 **(A)**	+1,4 **(B)**	**Parzialmente confermata**
H3: La difficoltà percepita è maggiore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	**3,4 (B)**	1,2	**Confermata**
H4: La soddisfazione è maggiore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	5,2	5,3	Non confermata
H5: La propensione a riutilizzare la VR è almeno pari al Web *[SCALA 1-7]*	5,4	5,7	**Confermata**
H6a: La qualità pragmatica è inferiore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	5,3	**6,5 (A)**	**Confermata**
H6b: La qualità edonica è superiore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	**6,4 (B)**	3,6	**Confermata**
H7a: Valenza e Arousal sono maggiori in VR rispetto al Web *[SCALA 1-9]*	**7,2 (B)** **3,9 (B)**	6,1 1,9	**Confermata**
H7b: La Dominanza è minore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-9]*	5,9	**7,8 (A)**	**Confermata**
H8: Il workload è maggiore in VR rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	**2,9 (B)**	1,5	**Confermata**
H9: La purchase intention è più alta in VR rispetto al Web *[SCALA 1-7]*	5,2	4,5	Non confermata ma trend positivo

Tabella 162: Riepilogo delle ipotesi di ricerca, indici sintetici per condizione e validità delle ipotesi

I risultati relativi alle ipotesi H1, H2a e H2b forniscono indicazioni interessanti sulla percezione temporale e di durata in ambienti immersivi ad alto livello di interazione. L'ipotesi H1 è confermata, mostrando come il tempo percepito risulti significativamente più breve in VR (3,9) rispetto alla navigazione Web (4,6). Questo dato è coerente con quanto riportato in letteratura: un ambiente coinvolgente tende a generare una riduzione soggettiva del tempo, che "*sembra scorrere più veloce*mente" proprio in virtù della maggiore attivazione, engagement e ricchezza dell'ambiente.

Diverso è invece il discorso sulla durata stimata in minuti, oggetto dell'ipotesi H2a. Sebbene non sia confermata in senso stretto, si osserva un trend coerente con l'ipotesi formulata: la durata media stimata in VR risulta superiore (10,1 minuti) rispetto al Web (9,4 minuti) pur non raggiungendo la soglia di significatività necessaria. Ciò che colpisce tuttavia è la maggiore variabilità della stima nella condizione VR, come evidenziato dalla deviazione standard di maggiore entità (4,76 in VR vs 2,82 nel Web). Questo elemento - sebbene non previsto esplicitamente in fase preliminare - suggerisce come l'esperienza immersiva, pur avendo una durata reale equivalente alla navigazione Web, sia più difficile da quantificare in termini assoluti per gli utenti. Una possibile spiegazione è legata alla maggiore ricchezza, libertà e non linearità dell'ambiente VR, che stimola percorsi esplorativi più soggettivi e meno standardizzati rispetto alla navigazione web, generalmente più vincolata e prevedibile. In questo senso, la maggiore variabilità non è un'anomalia, ma una conseguenza positiva della natura più aperta e interattiva della VR.
Infine, l'ipotesi H2b - relativa alla sovrastima rispetto al tempo effettivo (8 minuti) - risulta parzialmente confermata. In entrambe le condizioni si osserva una sovrastima, ma essa risulta più accentuata nella condizione VR (+2,1 minuti) rispetto al Web (+1,4 minuti). Anche in questo caso, il dato può essere letto alla luce della maggiore intensità e complessità dell'esperienza VR, che tende a espandere la percezione oggettiva della durata. In altre parole, sebbene il tempo soggettivo "*sembri passare più in fretta*" (come suggerito da H1), quando viene chiesto agli utenti di stimare in minuti la durata, la VR genera una maggiore sovrastima, probabilmente perché più difficile da decodificare in termini cronometrici.
Il dato non indica confusione o disorientamento, ma segnala piuttosto una forma di temporalità meno ancorata a riferimenti lineari, tipica delle esperienze immersive ad alto coinvolgimento ed alta interazione. Questo aspetto di temporalità rappresenta una feature distintiva di sistemi immersivi, ritrovandosi anche nell'ambiente VR sviluppato per questo specifico progetto di ricerca.

Se il tempo soggettivo rappresenta una dimensione peculiare della VR è altrettanto importante considerare il livello di sforzo ed impegno richiesto dall'interazione in ambienti virtuali. Le ipotesi H3 e H8 forniscono indicazioni in questa direzione, confermando come anche l'esperienza del Virtual Supermarket, in linea con i dati della letteratura scientifica, sia stata percepita come più faticosa rispetto al Web. In particolare, sia la difficoltà soggettiva (VR 3,4 vs WEB 1,2) sia il workload medio - ovvero la media del carico

cognitivo, fisico, temporale e generale (2,9 in VR vs 1,5 nel Web) - sono risultate significativamente maggiori rispetto alla versione Web. Si tratta tuttavia di valori che restano contenuti e non critici, ma che segnalano in modo chiaro la maggiore richiesta di attenzione ed effort di esperienze immersive: un fattore nevralgico e da considerare in termini di futura adozione e sviluppo, per garantire un equilibrio ottimale tra intensità dell'esperienza e comfort d'uso.

Controbilanciando la maggiore difficoltà e workload, l'ambiente immersivo si distingue tuttavia per la sua più forte componente affettiva. L'esperienza in VR è risultata nettamente più performante sul piano edonico rispetto al Web (Qualità Edonica: 6,4 vs 3,6), e con un livello leggermente inferiore in termini di Qualità Pragmatica (5,3 vs 6,5): il risultato complessivo è quindi di un migliore bilanciamento fra queste due componenti della User Experience. In modo più specifico sul piano emotivo, la risposta in VR, in linea con le ipotesi, si è dimostra più intensa e coinvolgente: la valenza affettiva risulta più alta (7,2 vs 6,1) e l'arousal si attesta su livelli ottimali (3,9 vs 1,9), in grado di generare attivazione, ma non tale da essere ostacolante. In termini di dominanza e controllo la VR risulta deflessa rispetto al Web (5,9 vs 7,8), ma comunque all'interno di un range soddisfacente e in linea con la maggiore complessità strutturale dell'interazione e la novità della tecnologia stessa.

In relazione ai tre KPI considerati infine - soddisfazione (H4), intenzione di riutilizzo (H5) e intenzione d'acquisto (H9) - mostrano, nella condizione immersiva, valori medio-alti (rispettivamente 5,2; 5,4; 5,2 su scala 1-7). Si tratta di tre comportamenti chiave, in quanto riflettono non solo la valutazione complessiva dell'esperienza, ma anche la propensione dell'utente a ripetere esperienze VR, e quanto esse possano incrementare la probabilità di acquisto (particolarmente rilevante nelle prospettiva dei brand).

Sebbene solo l'ipotesi H5 risulti confermata in senso stretto, per le altre due variabili non si rilevano differenze statisticamente significative rispetto alla condizione Web. Tale evidenza deve essere letta in chiave positiva: il Web costituisce ad oggi un riferimento solido per l'acquisto di beni di largo consumo (FMCG) e non solo, e un sistema immersivo, totalmente nuovo per i partecipanti, ha dimostrato livelli comparabili di soddisfazione, intenzione d'uso e aumento nella propensione all'acquisto. In altri termini, il sistema immersivo sviluppato ha dimostrato di poter sostenere comportamenti target rilevanti almeno al pari dei canali digitali tradizionali, nonostante una minore familiarità e una maggiore complessità percepita.

Questo potenziale è ulteriormente corroborato dai risultati dei modelli di regressione (Tabella 163), che mettono in luce con chiarezza le principali leve su cui intervenire per incrementare ulteriormente i comportamenti desiderati. In particolare, sia l'intenzione di riutilizzo (Q12e) sia l'intenzione d'acquisto (Q18) condividono lo stesso insieme di predittori: valenza affettiva, qualità pragmatica dell'interfaccia e predisposizione personale all'utilizzo della tecnologia (intention to use, misurata con Q11), che spiegano rispettivamente il 78% e l'83% della varianza, con un ruolo fondamentale anche della dominanza come predittore principale della soddisfazione complessiva (Q12d: $R^2 = 43\%$).

Dipendente regressione VR: **Q12d (Soddisfazione)**	
R^2	**43%**
Predittori	Dominanza

Dipendente regressione VR: **Q12e (Intenzione uso tecnologia)**	
R^2	**78%**
Predittori	Valenza + Qualità pragmatica + Intention to Use

Dipendente regressione VR: **Q18 (Intention To Purchase)**	
R^2	**83%**
Predittori	Valenza + Qualità pragmatica + Intention to Use

Tabella 163: I modelli predittivi per le variabili target in ambiente immersivi

Sebbene il disegno sperimentale abbia consentito un confronto rigoroso tra ambiente immersivo e Web, la definizione delle potenzialità di sistemi immersivi e di linee guide operative per incrementare i predittori chiave di comportamenti target, la ricerca presenta anche alcuni importanti limiti strutturali e metodologici da considerare.

- Il primo riguarda la numerosità del campione (N = 30), che - seppur adeguata a un disegno within-subjects e proporzionata all'entità del progetto - consente allo stato attuale solo una parziale generalizzazione al totale popolazione. In prospettiva futura, sarà infatti utile ampliare la base campionaria e adottare un disegno between-subjects, validando i risultati sia su age brackets attualmente non coperti (soprattutto fasce older) sia su segmenti di popolazione soggetti a digital devide. Va tuttavia sottolineato come, in fase di profilazione, sia stata garantita una sufficiente eterogeneità in termini di genere, livelli di familiarità digitale e attitudine verso la tecnologia: il campione non è composto da "utenti esperti" o da profili selezionati per predisposizione positiva alla VR, ma riflette una varietà di approcci e livelli di confidenza con ambienti immersivi.

- Un secondo limite riguarda la natura prototipale dell'ambiente VR sviluppato, che ha richiesto compromessi tecnici per bilanciare la complessità dell'ambiente visivo con la stabilità e la qualità del rendering. Per garantire un'interazione fluida e prevenire rallentamenti o glitch legati ai vincoli computazionali del visore, si è reso necessario limitare la densità dell'ambiente e contenere il numero di SKU (Stock Keeping Unit, ovvero singole referenze di prodotto differenziate per marca, formato o variante). Il supermercato virtuale presenta comunque una buona varietà di prodotti - 262 SKU totali - distribuiti in diverse aree merceologiche, ma con poche unità per referenza (2 o 4 copie per ciascun prodotto) e una selezione limitata per ciascuna categoria (27-28 prodotti in media per ciascuna stanza). In parallelo, per garantire il massimo controllo metodologico, anche l'ambiente Web è stato popolato con lo stesso numero di referenze, così da mantenere un confronto bilanciato tra le due condizioni sperimentali, ma con un assortimento limitato rispetto a quanto si potrebbe ritrovare nei siti web attuali di catene della GDO.

  In prospettiva, si auspica quindi di superare questi vincoli tecnici attraverso soluzioni più evolute, ad esempio utilizzando il visore come semplice interfaccia di accesso e affidando il rendering a macchine esterne più performanti, tramite tecnologie di streaming o cloud rendering. Questo permetterebbe di aumentare la complessità e il realismo dell'ambiente VR, sia in termini di quantità di SKU (più prodotti diversi), sia in termini di repliche di prodotto (più unità visibili per ciascuna SKU), avvicinando così l'esperienza a un vero e proprio digital twin immersivo di un supermercato reale.
- Il terzo e ultimo limite riguarda infine la natura auto-riferita delle misure adottate. Tutte le variabili chiave, dalle valutazioni esperienziali alle intenzioni comportamentali, sono state rilevate attraverso scale auto-compilate al termine di ciascuna condizione. Sebbene tale approccio sia ampiamente utilizzato nella letteratura, e metodologicamente solido per l'analisi comparativa, non sono stati indagati quei meccanismi neurofisiologici - tracciamento oculare, conduttanza cutanea, ritmo cardiaco e dati EEG - a supporto ed integrazione delle metriche utilizzate.

In conclusione, il presente progetto di ricerca ha affrontato in modo organico e multidisciplinare il fenomeno del Metaverso, articolandosi in quattro capitoli che riflettono una progressione logica dai fondamenti teorici alle verifiche sperimentali. Nel primo capitolo è stato delineato il quadro teorico del Metaverso, definendone il concetto, l'evoluzione storica e le caratteristiche fondamentali (persistenza, immersività,

interconnettività e socialità), approfondendo al contempo le tecnologie abilitanti (dalla realtà virtuale/aumentata alla blockchain e agli NFT) e le dinamiche psico-sociali dell'interazione immersiva, tra cui il ruolo dell'avatar, il senso di presenza e co-presence, e le dimensioni cognitive ed emotive che influiscono sull'esperienza utente.

Il secondo capitolo ha quindi esaminato le applicazioni del Metaverso in settori chiave come l'educazione (aule virtuali e apprendimento immersivo), la salute (terapie immersive e riabilitazione virtuale), lo sport (allenamenti e competizioni simulati), l'arte (mostre digitali e mercato dell'arte NFT) e il marketing (nuove strategie di brand experience nel Metaverso), mettendo in luce da un lato le potenzialità trasformative di tali contesti - in termini di coinvolgimento, efficacia formativa/terapeutica e creazione di valore - e dall'altro i limiti e le sfide attuali (barriere tecnologiche, aspetti etici, problemi di accessibilità e adozione) che ne condizionano la diffusione su larga scala. Questa panoramica applicativa è stata accompagnata da una riflessione critica sui trend emergenti, come i meccanismi di gamification/gamblification, le opportunità di monetizzazione attraverso asset digitali: una systematic review che sintetizza lo stato dell'arte del Metaverso fino ad oggi, approfondendo tramite gli ambiti della cultura visuale il cambiamento di paradigma del rapporto fra soggetto e immagini.

Nel terzo capitolo è stata quindi condotta una mappatura comparativa dei principali metaversi esistenti, distinguendo tra piattaforme decentralizzate (Decentraland, Mona, The Sandbox, The Nemesis), caratterizzate da governance distribuita e proprietà degli asset digitali da parte degli utenti tramite blockchain, e piattaforme centralizzate (Roblox, Spatial, VRChat, Zepeto) gestite da aziende e orientate a ecosistemi chiusi. Il confronto ha messo in evidenza differenze strutturali, modelli economici e gradi di apertura/interoperabilità differenti, e specifici per ogni Metaverso, andando oltre la semplice dicotomia Decentralizzato - Centralizzato, e offrendo un quadro aggiornato del panorama metaversale contemporaneo.

Il quarto capitolo ha presentato infine i risultati dello studio sperimentale con applicazione della realtà virtuale ad esperienze di shopping multimarca nel settore dei beni di largo consumo, confrontata in modo sistematico con la più tradizionale esperienza di acquisto Web. Mediante un disegno sperimentale controllato, within subjects e con randomizzazione delle condizioni, sono state misurate e comparate numerose variabili chiave (percezione del tempo, carico cognitivo, risposta emotiva, qualità dell'esperienza, senso di presenza, soddisfazione dell'utente, engagement e intenzione d'uso), analizzando pro e contro di una applicazione concreta di sistemi VR, possibili driver e barriere di utilizzo.

I risultati confermano le riflessione teoriche sviluppate nei precedenti capitoli, definendo linee guide operative per i brand nel futuro sviluppo di sistemi immersivi.

Sul piano teorico, questa ricerca contribuisce alla comprensione del Metaverso come fenomeno multidimensionale, evidenziando come gli aspetti tecnologici si intreccino con quelli psicologici e sociali nel determinare la qualità dell'esperienza immersiva: concetti quali la presence e la co-presence, il senso di agency dell'utente e l'identità mediata dall'avatar emergono come elementi critici per interpretare le dinamiche di interazione nei mondi virtuali, in un quadro di profonda revisione del rapporto fra l'utente e i nuovi media immersivi. Sul piano pratico, i risultati sperimentali offrono invece indicazioni utili per progettare esperienze immersive efficaci e user-friendly.

Il progetto sperimentale fornisce dunque una base solida ma aperta, che invita i lettori a un'estensione e raffinamento della ricerca. Il contesto specifico scelto - lo shopping di beni di largo consumo - ha permesso di testare con rigore variabili chiave, ma solleva l'esigenza di esplorare scenari diversi, popolazioni più ampie e ambienti immersivi sempre più realistici. Allo stesso tempo, il rapido sviluppo del Metaverso impone un aggiornamento continuo delle categorie teoriche e delle tecnologie coinvolte: la definizione stessa di Metaverso, le piattaforme attive e le pratiche d'uso sono soggette a ridefinizioni costanti. Restano inoltre da affrontare sfide cruciali come la tutela dei dati personali, la standardizzazione degli ambienti virtuali e la loro accessibilità economica e in termini di user experience. In questa prospettiva, il presente elaborato intende offrire non solo una fotografia dello stato dell'arte, ma anche una bussola operativa per orientarsi in un ecosistema in trasformazione.

Il Metaverso si configura come un terreno di sperimentazione radicale, capace di ridefinire le modalità con cui ad oggi apprendiamo, lavoriamo, interagiamo e consumiamo. Per questo, i risultati della ricerca rappresentano solo un punto di partenza: un contributo analitico e progettuale che sollecita nuovi interrogativi, nuove esplorazioni e un atteggiamento critico, necessario per abitare consapevolmente i mondi immersivi del prossimo futuro.

ALLEGATI

Allegato A1: Prodotti stanza 1 supermercato

Stanza	Categoria	Prodotto	Prezzo di listino
1	PASTA	BARILLA CELLENTANI 500G	1,39 €
1	PASTA	BARILLA CONCHIGLIE RIGATE N 93 500G	1,14 €
1	PASTA	BARILLA DITALI LISCI N 45 500G	1,25 €
1	PASTA	BARILLA FARFALLE N 265 500G	1,14 €
1	PASTA	BARILLA FUSILLI N 98 500G	1,14 €
1	PASTA	BARILLA MEZZE MANICHE RIGATE N 84 500G	1,14 €
1	PASTA	BARILLA PENNE LISCE N 71 500G	1,19 €
1	PASTA	BARILLA RIGATONI N 89 500G	1,35 €
1	PASTA	BARILLA ZITI TAGLIATI N 74 500G	1,35 €
1	PASTA	DE CECCO TROFIE N 188 500G	1,12 €
1	PASTA	DE CECCO MAFALDE CORTE N 32 500G	1,18 €
1	PASTA	DE CECCO PENNETTE LISCE N 140 500G	1,15 €
1	PASTA	DE CECCO PENNETTE RIGATE N 241 500G	1,15 €
1	PASTA	DE CECCO MEZZE MANICHE RIGATE N 136 500G	1,09 €
1	PASTA	DE CECCO MEZZE FARFALLE MEDIE N 193 500G	1,10 €
1	PASTA	DE CECCO FUSILLI GRANDI N 334 500G	1,10 €
1	PASTA	DE CECCO CAVATAPPI N 87 500G	1,10 €
1	PASTA	DE CECCO CHIFFERI RIGATI N 33 500G	1,11 €
1	PASTA	MOLISANA PENNE LISCE N 18 500G	1,49 €
1	PASTA	MOLISANA FUSILLI N 28 500G	1,49 €
1	PASTA	MOLISANA CASERECCE MOLISANA N 29 500G	1,45 €
1	PASTA	MOLISANA RIGATONI N 31 500G	1,45 €
1	PASTA	MOLISANA MEZZE MANICHE N 38 500G	1,40 €
1	PASTA	MOLISANA FARFALLE RIGATE N 66 500G	1,40 €
1	PASTA	MOLISANA RADIATORI N 73 500G	1,45 €
1	PASTA	MOLISANA PENNONI LISCI N 33 500G	1,45 €
1	PASTA	MOLISANA MACCHERONI N 37 500G	1,45 €

Allegato A2: Prodotti stanza 2 supermercato

Stanza	Categorie	Prodotto	Prezzo
2	SUGHI PRONTI	BARILLA RAGU ALLA BOLOGNESE	1,69 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA SUGO BASILICO	1,69 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA SUGO TONNO	1,69 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA RAGU CONTADINO	1,79 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA RAGU MONTANARO	1,79 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA PESTO ALLA GENOVESE	2,59 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA PESTO BASILICO E LIMONE	2,99 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA PESTO BASILICO E PISTACCHIO	2,59 €
2	SUGHI PRONTI	BARILLA PESTO RICOTTA E NOCI	2,59 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI SUGO POMODORO ROSSO CON BASILICO GENOVESE DOP	1,99 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI SUGO POMODORO ROSSORO CON VERDURE GRIGLIATE E CIPOLLA ROSSA	1,99 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI SUGO POMODORO DATTERINO CON OLIO EXTRAVERGINE	1,99 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI SUGO POMODORO PIZZUTELLO CON PEPERONCINO CALABRESE	1,99 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI PESTO CON POMODORI GIALLI	2,69 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI PESTO CON POMODORI ARANCIONI	2,69 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI PESTO CON POMODORI ROSSO	2,69 €
2	SUGHI PRONTI	MUTTI PESTO CON POMODORI VERDI	2,69 €

2	SUGHI PRONTI	MUTTI RAGU ALLA MUTTI	2,86 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI TONNO AL NATURALE 180g	7,98 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI TONNO ALL'OLIO DI OLIVA CON PEPERONCINO 130g	4,29 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI TONNO ALL'OLIO DI OLIVA CON LIME E ZENZERO 130g	4,29 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI TONNO ALL'OLIO DI OLIVA EXTRAVERGINE 180g	7,98 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI TONNO ALL'OLIO DI OLIVA 180g	7,98 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI SALMONE ALL'OLIO DI OLIVA	5,99 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI SALMONE AL NATURALE	5,19 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI SGOMBRO ALL'OLIO DI OLIVA	5,99 €
2	TONNO e PESCE IN SCATOLA	RIO MARE FILETTI DI SGOMBRO AL NATURALE	5,19 €

Allegato A3: Prodotti stanza 3 supermercato

Stanza	Categoria	Prodotto	Prezzo
3	PATATINE	FONZIES MULTIPACK 10*24g	3,19 €
3	PATATINE	AMICA CHIPS CLASSICA	1,69 €
3	PATATINE	AMICA CHIPS SAPORE DI SALE	1,60 €
3	PATATINE	LAYS CLASSICHE	1,67 €
3	PATATINE	LAYS EXTRACROCCANTI GUSTO BARBECUE	1,67 €
3	PATATINE	LAYS PAPRIKA DOLCE	1,67 €
3	PATATINE	PATA PREMIUM CHIPS METODO CLASSICO	1,55 €
3	PATATINE	FIORENTINI SNICK SNACK	1,55 €
3	PATATINE	DORITOS CHILLI	2,45 €
3	BEVANDE GASATE	COCA COLA 1,5L	2,49 €
3	BEVANDE GASATE	COCA COLA ZERO ZUCCHERI 1,5L	2,49 €
3	BEVANDE GASATE	COCA COLA ZERO CAFFEINA 1,5L	2,49 €
3	BEVANDE GASATE	SPRITE 1,5L	1,99 €
3	BEVANDE GASATE	FANTA 1,5 L	1,89 €
3	BEVANDE GASATE	FANTA LEMON 1,5 L	1,89 €
3	BEVANDE GASATE	PEPSI 1L	1,24 €
3	BEVANDE GASATE	PEPSI TWIST 1,5L	1,49 €
3	BEVANDE GASATE	SCHWEPPES POMPELMO 1L	1,25 €
3	BEVANDE GASATE	SCHWEPPES TONICA 1L	1,25 €
3	BIRRA	HEINEKEN 0,33L	1,32 €
3	BIRRA	CORONA EXTRA 0,33L	1,40 €
3	BIRRA	ANGELO PORETTI 4 LUPPOLI 0,33L	1,25 €
3	BIRRA	ICHNUSA 0,33L	1,69 €
3	BIRRA	MENABREA 0,33L	1,35 €
3	BIRRA	BIRRA MESSINA 0,33L	1,33 €
3	BIRRA	TUBORG 0,33L	1,19 €
3	BIRRA	BECKS 0,33L	1,19 €
3	BIRRA	LEFFE 0,33L	1,35 €

Allegato A4: Prodotti stanza 4 supermercato

Stanza	Categoria	Prodotto	Prezzo
4	LATTE	GRANAROLO PARZIALMENTE SCREMATO 1L	1,17 €
4	LATTE	ARBOREA PARZIALMENTE SCREMATO 1L	1,39 €
4	LATTE	MILA SENZA LATTOSIO 1L	1,99 €

4	LATTE	MILA LATTE FIENO 1L	1,99 €
4	LATTE	ALPRO MANDORLA TOSTATA 1L	2,89 €
4	LATTE	VALSOIA CLASSICO 1L	2,29 €
4	LATTE	OATLY AVENA 1L	2,99 €
4	LATTE	BJORG COCCO 1L	2,29 €
4	LATTE	ORASI RISO 1L	2,75 €
4	BISCOTTI	ABBRACCI MULINO BIANCO 700G	3,79 €
4	BISCOTTI	GOCCIOLE PAVESI 500G	2,69 €
4	BISCOTTI	PAN DI STELLE 700G	3,79 €
4	BISCOTTI	KRUMIRI GOCCE 290G	1,99 €
4	BISCOTTI	FAGOTTINI BALOCCO 700G	3,29 €
4	BISCOTTI	LOACKER CLASSIC NAPOLITANER 182g	1,99 €
4	BISCOTTI	LOACKER THINS FONDENTE 150	1,85 €
4	BISCOTTI	FERRERO TRONKY 5PZ	2,19 €
4	BISCOTTI	KINDER CARDS 128G	2,55 €
4	BISCOTTI	KINDER DUO	2,75 €
4	CEREALI	KELLOGG CORNFLAKES 375G	1,91 €
4	CEREALI	KELLOGG KRAVE 410G	3,19 €
4	CEREALI	KELLOGG COCOPOPS 400G	4,01 €
4	CEREALI	NESTLE CHEERIOS 330G	2,99 €
4	CEREALI	NESQUIK DUO 325G	3,85 €
4	CEREALI	NESQUIK CEREALI 325G	3,49 €
4	CEREALI	QUACKER CRUESLI 375G	3,98 €
4	CEREALI	KITKAT CEREAL 330G	3,99 €
4	CEREALI	OREO'S CEREAL 320G	4,28 €

Allegato A5: Prodotti stanza 5 supermercato

Stanza	Categoria	Prodotto	Prezzo
5	MERENDINE	KINDER BRIOSS 10PZ	2,89 €
5	MERENDINE	KINDER COLAZIONE PIU 10PZ	2,89 €
5	MERENDINE	KINDER PAN E CIOC 10PZ	2,89 €
5	MERENDINE	KINDER PINGUI 10PZ	3,85 €
5	MERENDINE	KINDER FETTA AL LATTE 10PZ	3,85 €
5	MERENDINE	KINDER PLUMCAKE 6PZ	2,19 €
5	MERENDINE	FERRERO FIESTA 10PZ	3,49 €
5	MERENDINE	KINDER CORNETTI CIOCCOLATO 6PZ	3,49 €
5	MERENDINE	KINDER DELICE 10PZ	3,49 €
5	MERENDINE	KINDER CORNETTI PESCA E ALBICOCCA 6PZ	3,49 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO NASTRINE 6PZ	2,44 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO CORNETTO CIOCCOLATO 6PZ	2,74 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO CORNETTO TARTELLE CUOR DI MELA 6PZ	2,99 €
5	MERENDINE	PAN DI STELLE 8 PZ	2,69 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO TEGOLINO 10PZ	3,29 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO CROSTATINE CACAO 10PZ	2,99 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO FISARMONICHE 8PZ	3,39 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO CAMILLE 8PZ	3,25 €
5	MERENDINE	MULINO BIANCO FLAUTI CIOCCOLATO 8PZ	2,49 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	SKIPPER ARANCIA 1L	1,79 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	SKIPPER ARANCIA ROSSA 1L	1,89 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	SKIPPER ARANCIA INTENSO 1L	1,89 €

5	SUCCHI DI FRUTTA	BRAVO ACE DRINK 1L	1,84 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	BRAVO PREMIUM MANGO 1L	2,25 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	BRAVO PREMIUM MIRTILLO 1L	2,25 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	PFANNER MELA 1L	1,89 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	SANTAL ARANCIA ROSSA 1L	1,88 €
5	SUCCHI DI FRUTTA	VALFRUTTA FRULLATO PROTEICO 1L	2,09 €

Allegato A6: Prodotti stanza 6 supermercato

Stanza	Categoria	Nome	Prezzo
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO SUPREME IDRATA CON OLIO DI ARGAN E COCCO	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO CLASSIC CLEAN	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO MEN ULTRA IDRATANTE	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO IDRATAZIONE PROFONDA	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO SENSITIVE SCALP	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO PULIZIA PROFONDA	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD & SHOULDERS SHAMPOO ANTIPRURITO	4,99 €
6	HAIRCARE	HEAD AND SHOULDERS SHAMPOO SUPREME NOURISH & SMOOTH	5,99 €
6	HAIRCARE	HEAD AND SHOULDERS SHAMPOO COLOR PROTECT	5,99 €
6	SKINCARE	CREMA VISO NIVEA Q10 ANTI RUGHE POWER 15G	8,49 €
6	SKINCARE	CREMA VISO NIVEA Q10 ANTI RUGHE + ENERGIZZANTE	8,49 €
6	SKINCARE	CREMA VISO NIVEA Q10 CELLULAR INTENSIVA GIORNO	15,13 €
6	SKINCARE	CREMA VISO NIVEA Q10 CELLULAR MULTIDIMENSIONALE GIORNO	15,90 €
6	SKINCARE	CREMA VISO NIVEA Q10 CREMA NOTTE RIMPOLPANTE	8,49 €
6	SKINCARE	CREMA VISO NIVEA Q10 CELLULAR INTENSIVA NOTTE	15,13 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL PARIS ATTIVA ANTI RUGHE	10,29 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL PARIS AGE PERFECT GIORNO	9,29 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL REVITALIFT ROSSA ENERGIZZANTE GIORNO	9,29 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL REVITALIFT FILLER ACIDO IALURONICO GIORNO	15,20 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL REVITALIFT FILLER ACIDO IALURONICO GIORNO SPF 50	18,49 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL REVITALIFT FRAGRANCE FREE GIORNO	11,99 €
6	SKINCARE	CREMA VISO L'OREAL AGE PERFECT GOLDEN AGE SPF20	14,90 €
6	SKINCARE	EQUILIBRA ALOE CREMA VISO	13,90 €
6	SKINCARE	EQUILIBRA ROSA CREMA VISO	11,90 €
6	SKINCARE	OMIA CREMA VISO IDRATANTE	11,19 €
6	SKINCARE	OMIA CREMA VISO ANTIRUGHE	12,99 €
6	SKINCARE	I PROVENZALI CREMA VISO ARGAN	12,02 €
6	SKINCARE	ACQUA ALLE ROSA CREMA IDRATANTE LENITIVA	9,99 €
6	SKINCARE	GARNIER BIO CREMA ANTIRUGHE	9,49 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI FRUCTIS HAIR FOOD PAPAYA	5,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI FRUCTIS HAIR FOOD BANANA	5,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI FRUCTIS HAIR FOOD ALOE VERA	5,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI FRUCTIS HAIR FOOD BURRO DI CACAO	5,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI PANTENE CHERATINA RIGENERA E PROTEGGE	6,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI PANTENE CHERATINA LISCIO EFFETTO SETA	6,99 €

6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI PANTENE CHERATINA RICCI PERFETTI	6,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI PANTENE IDRATAZIONE INTENSA	6,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI PANTENE SOS CAPELLI INTENSO	6,99 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI HERBAL ESSENCE LATTE DI COCCO	5,64 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI HERBAL ESSENCE OLIO DI ARGAN	5,64 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ULTRADOLCE HAIR REMEDY DELICATA IDRATANTE	4,69 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ULTRADOLCE HAIR REMEDY IDRATANTE 72H	4,69 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ULTRADOLCE HAIR REMEDY LISCIANTE 72H	4,69 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ELVIVE 72H BOOSTER DI IDRATAZIONE	4,49 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI GLISS 4 IN 1 ULTRA REPAIR	6,59 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI GLISS 4 IN 1 ULTRA NUTRIENTE	6,59 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ELVIVE TOTAL REPAIR 5	4,49 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ELVIVE OLIO STRAORDINARIO DI JOJOBA	4,49 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI OMIA OLIO DI ARGAN	5,02 €
6	HAIRCARE	MASCHERA CAPELLI ALOE VERA	5,02 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS ANTI FORFORA 2IN1	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS VITAMINE E FORZA	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS HYDRA RICCI	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS FORTI E BRILLANTI	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS ALOE HRYDRA BOMB	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS PURE NON-STOP COCONUT WATER	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS COLOR RESIST	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS RIPARA E RINFORZA	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO FRUCTIS CUCUMBER FRESH	2,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE PROTETTIVO	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE 72H IDRATAZIONE PROFONDA	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE NUTRIENTE OLIO STRAORDINARIO	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE DELICATO ANTIFORFFORA	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE CITRUS MULTIVITAMINICO	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE TOTAL REPAIR 5	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE FULL RESIST RINFORZANTE	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE 72H PURIFICANTE	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE ARGILLA STRAORDINARIA IDRATANTE	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO ELVIVE MULTIVITAMINICO VITALIZZANTE	4,99 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE LISCI EFFETTO SETA	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE LINEA CLASSICA 3IN1	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE RIGENERA E PROTEGGE	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE RICCI PERFETTI	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE ANTIFORFORA 3IN1	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE RIGENERA E PROTEGGE 3IN1	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE ACQUA LIGHT	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE MICELLARE PURIFICA E NUTRE	5,29 €
6	HAIRCARE	SHAMPOO PANTENE INFINITE LUNGHEZZE	5,29 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE EXCELLENCE CREME CASTANO CHIARO 05	8,99 €

6	HAIRCARE	COLORAZIONE EXCELLENCE PURE BLONDE 01	8,99 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE EXCELLENCE CASTANO UNIVERSALE 4U	11,79 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE EXCELLENCE CREME BIONDO SCURA ULTRA FREDDO 6.11	8,99 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE AGE PERFECT EXCELLENCE 9.31	8,99 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE GARNIER 22 CASTANO NATURALE NUDE	5,39 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE FRANK PROVOST 8.0	3,65 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE NATURAL&EASY BIONDO CHIARO ARGENTO 522	4,99 €
6	HAIRCARE	COLORAZIONE PALETTE OLEO INTENSE BIONDO CHIARO CENERE 10.50	6,99 €
6	SKINCARE	CREMA MANI CLASSICA GLYSOLID	2,99 €
6	SKINCARE	CREMA MANI NIVEA Q10 3IN1 ANTIETA	2,99 €
6	SKINCARE	CREMA MANI NIVEA NUTRIENTE	2,99 €
6	SKINCARE	CREMA MANI PREP CONCENTRATA	3,29 €
6	SKINCARE	CREMA MANI CERAVE RIPARATRICE	3,69 €
6	SKINCARE	CREMA MANI E UNGHIE EQUILIBRA ALOE	3,69 €
6	SKINCARE	CREMA MANI DOVE AWAKENING CARE	2,49 €
6	SKINCARE	CREMA MANI OMIA ALOE VERA IDRATANTE	4,29 €
6	SKINCARE	CREMA MANI LAVERA BUONANOTTE	5,09 €
6	SKINCARE	CREMA MANI KALODERMA KARITE	3,09 €

Allegato A7: Prodotti stanza 7 supermercato

Stanza	Categoria	Nome	Prezzo
7	CAFFÈ E THE	STARBUCKS CAPPUCCINO	2,79 €
7	CAFFÈ E THE	STARBUCKS CARAMEL MACCHIATO	2,79 €
7	CAFFÈ E THE	STARBUCKS CAFFÈ LATTE	2,79 €
7	CAFFÈ E THE	CAFFÈ ILLY TOSTATO CLASSICO	5,15 €
7	CAFFÈ E THE	CAFFÈ ILLY DECAFFEINATO	5,15 €
7	CAFFÈ E THE	CRASTAN GINSENG E CAFFÈ	2,78 €
7	CAFFÈ E THE	LAVAZZA QUALITA ROSSA CAFFÈ MACINATO	8,35 €
7	CAFFÈ E THE	SPLENDID CLASSICO AROMA INTENSO CAFFÈ MACINATO	5,80 €
7	CAFFÈ E THE	CAFFÈ BORBONE CAPSULE COMPATIBILI NESPRESSO 30 CAPSULE	7,15 €
7	CAFFÈ E THE	TWININGS GOLDEN EARLY GREY TEA	6,49 €
7	CAFFÈ E THE	TWININGS INTENSE ENGLISH BREAKFAST TEA	6,84 €
7	CAFFÈ E THE	SIR WINSTON TEA TE VERDE	3,29 €
7	CAFFÈ E THE	SIR WINSTON TEA TE LIMONE	6,89 €
7	CAFFÈ E THE	STAR TEA TE VERDE	1,86 €
7	CAFFÈ E THE	THE INFRE SOLUBILE DETEINATO	5,34 €
7	CAFFÈ E THE	THE INFRE VERDE DETEINATO	5,74 €
7	CAFFÈ E THE	TAYLORS ENGLISH BREAKFAST TEA	4,23 €
7	CAFFÈ E THE	TAYLORS GREEN TEA WITH JASMINE	4,23 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO VANINI FONDENTE 62% CON MANGO E PASSION FRUIT	1,89 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO VANINI FONDENTE 91%	2,19 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO MILKA CON NOCCIOLE IN PEZZI	1,69 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO MILKA BIANCO	1,69 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO FERRERO ROCHER NOCCIOLA AVENA BIANCO	2,29 €

7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO LINDT EXCELLENCE 70% FONDENTE INTENSO	2,39 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO PERUGINA CRISTALLI ALLO ZENZERO NERO	2,29 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO ZAINI 70% CACAO FONDENTE EXTRA	1,99 €
7	CIOCCOLATA	CIOCCOLATO MASCAO 70% FONDENTE EXTRA	2,10 €

Allegato B1: Script Feet Collision Suoni

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class HeadCollisionDetection1 : MonoBehaviour
{
    [Header("References")]
    [SerializeField] private AudioSource _audioSource;

    [Header("Fade Settings")]
    [SerializeField] private float fadeDuration = 1.0f; // Durata della dissolvenza in secondi
    private float fadeTimer = 0.0f;
    private bool fadingIn = false;
    private bool fadingOut = false;

    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        // Return in case the tag does not match the "HeadCollideTarget1"
        if (other.gameObject.tag != "HeadCollideTarget1") return;

        // Start fading in
        fadingIn = true;
        fadeTimer = 0.0f;

        // Play a sound when the head collides with an object.
        _audioSource.Play();
    }

    private void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        // Return in case the tag does not match the "HeadCollideTarget1"
        if (other.gameObject.tag != "HeadCollideTarget1") return;

        // Start fading out
        fadingOut = true;
        fadeTimer = 0.0f;
    }

    private void Update()
    {
        // Check if we're fading in
        if (fadingIn)
        {
            fadeTimer += Time.deltaTime;
            float t = fadeTimer / fadeDuration;

            // Fade in the volume
            _audioSource.volume = Mathf.Lerp(0.0f, 1.0f, t);

            // Check if fade in is complete
            if (fadeTimer >= fadeDuration)
```

```
            {
                // Reset fade variables
                fadingIn = false;
            }
        }

        // Check if we're fading out
        if (fadingOut)
        {
            fadeTimer += Time.deltaTime;
            float t = fadeTimer / fadeDuration;

            // Fade out the volume
            _audioSource.volume = Mathf.Lerp(1.0f, 0.0f, t);

            // Check if fade out is complete
            if (fadeTimer >= fadeDuration)
            {
                // Stop audio and reset volume
                _audioSource.Stop();
                _audioSource.volume = 1.0f;
                // Reset fade variables
                fadingOut = false;
            }
        }
    }
}
```

Allegato B2: Script Nome e Prezzo Prodotto

```
using UnityEngine;

public class Prodotto : MonoBehaviour
{
    public string nomeProdotto = "Nome Prodotto";
    public float prezzoProdotto = 0.0f;

    public void Start()
    {
        // Assicurati che il nome del prodotto e il prezzo siano correttamente impostati
        if (string.IsNullOrEmpty(nomeProdotto))
        {
            Debug.LogError("Il nome del prodotto non è stato impostato.");
        }

        if (prezzoProdotto <= 0)
        {
            Debug.LogError("Il prezzo del prodotto non è stato impostato correttamente.");
        }
    }
}
```

Allegato B3: Script Carrello

```
using UnityEngine;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using TMPro;

public class SingoloCarrello : MonoBehaviour
```

```
{
    public List<ProdottoQuantita> prodottiNelCarrello = new List<ProdottoQuantita>();
    private static Dictionary<string, string> ultimoMessaggioPerCarrello = new Dictionary<string,
string>();
    private static Dictionary<string, float> totalePerCarrello = new Dictionary<string, float>();
    private static int numeroAzioni = 0;
    private static int numeroTotaleProdotti = 0; // Variabile statica per il conteggio totale dei prodotti
in tutti i carrelli
    public TextMeshProUGUI DebugText;

    void Start()
    {
        string nomeCarrello = gameObject.name;
        // Utilizza Regex per estrarre il numero dal nome del carrello
        var match = System.Text.RegularExpressions.Regex.Match(nomeCarrello, @"(\d+)$");
        if (match.Success)
        {
            string numeroCarrello = match.Value; // Ottiene il numero del carrello come stringa
            totalePerCarrello[nomeCarrello] = 0.0f; // Usa il nome originale del carrello per la chiave
del dizionario
        }
        else
        {
            Debug.LogError("Il nome del carrello non contiene un numero valido.");
        }

        if (DebugText == null)
        {
            Debug.LogError("Nessun campo di testo DebugText trovato all'interno del canvas.");
        }

        if (prodottiNelCarrello.Count > 0)
            AggiornaCarrello();
    }

    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Prodotto"))
        {
            numeroAzioni++;
            Prodotto prodotto = other.gameObject.GetComponent<Prodotto>();
            AggiungiProdottoAlCarrello(prodotto);
        }
    }

    private void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Prodotto"))
        {
            numeroAzioni++;
            Prodotto prodotto = other.gameObject.GetComponent<Prodotto>();
            RimuoviProdottoDalCarrello(prodotto);
        }
    }

    private void AggiungiProdottoAlCarrello(Prodotto prodotto)
    {
        ProdottoQuantita prodottoQuantita = prodottiNelCarrello.Find(pq => pq.prodotto ==
prodotto);
        if (prodottoQuantita != null)
```

```
        {
            prodottoQuantita.quantita++;
        }
        else
        {
            prodottiNelCarrello.Add(new ProdottoQuantita(prodotto, 1));
        }

        // Incrementa il totale globale dei prodotti
        numeroTotaleProdotti++;

        AggiornaCarrello();
    }

    private void RimuoviProdottoDalCarrello(Prodotto prodotto)
    {
        ProdottoQuantita prodottoQuantita = prodottiNelCarrello.Find(pq => pq.prodotto ==
prodotto);
        if (prodottoQuantita != null && prodottoQuantita.quantita > 1)
        {
            prodottoQuantita.quantita--;
            numeroTotaleProdotti--; // Decrementa il totale globale dei prodotti
        }
        else if (prodottoQuantita != null)
        {
            prodottiNelCarrello.Remove(prodottoQuantita);
            numeroTotaleProdotti--; // Decrementa il totale globale dei prodotti
        }

        AggiornaCarrello();
    }

    private void AggiornaCarrello()
    {
        StringBuilder nuovoMessaggioDebug = new StringBuilder();
        float totaleSpesaCarrello = 0.0f;

        foreach (var prodottoQuantita in prodottiNelCarrello)
        {
            float prezzoTotaleProdotto = prodottoQuantita.prodotto.prezzoProdotto *
prodottoQuantita.quantita;
            totaleSpesaCarrello += prezzoTotaleProdotto;
            nuovoMessaggioDebug.Append(prodottoQuantita.quantita + "X " +
prodottoQuantita.prodotto.nomeProdotto + " (" + prezzoTotaleProdotto.ToString("0.00") + "€), ");
        }

        string nomeCarrello = gameObject.name;
        totalePerCarrello[nomeCarrello] = totaleSpesaCarrello;

        if (totaleSpesaCarrello != 0.0f)
        {
            nuovoMessaggioDebug.AppendLine("TOTALE_CARRELLO_" +
nomeCarrello.Substring(nomeCarrello.Length - 1) + ": €" + totaleSpesaCarrello.ToString("0.00"));
        }

        ultimoMessaggioPerCarrello[nomeCarrello] = nuovoMessaggioDebug.ToString();

        StringBuilder messaggioTotale = new StringBuilder();
        float totaleSpesaTotale = 0.0f;
```

```
        foreach (var kvp in totalePerCarrello)
        {
            if (kvp.Value != 0.0f)
            {
                messaggioTotale.AppendLine(ultimoMessaggioPerCarrello[kvp.Key]);
                totaleSpesaTotale += kvp.Value;
            }
        }

        messaggioTotale.AppendLine("TOTALE SPESA: €" + totaleSpesaTotale.ToString("0.00"));
        messaggioTotale.AppendLine("Numero Azioni: " + numeroAzioni);
        messaggioTotale.AppendLine("TOTALE PRODOTTI ACQUISTATI: " +
numeroTotaleProdotti); // Aggiungi il totale globale dei prodotti al messaggio

        Debug.Log(messaggioTotale.ToString().Replace("\n", " "));

        if (DebugText != null)
        {
            DebugText.text = messaggioTotale.ToString();
        }
    }
}

[System.Serializable]
public class ProdottoQuantita
{
    public Prodotto prodotto;
    public int quantita;

    public ProdottoQuantita(Prodotto prodotto, int quantita)
    {
        this.prodotto = prodotto;
        this.quantita = quantita;
    }
}
```

Allegato B4: Script UIManager

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using TMPro;

public class UIManager : MonoBehaviour
{
    public TextMeshProUGUI debugText;
    public TextMeshProUGUI debugTextReduced;
    public Button expandButton;
    public Button reduceButton;
    public Button goToCheckoutButton;
    public Button returnToSupermarketButton;

    public Transform XRSetupOrigin; // Il riferimento al giocatore o al rig di VR

    private Vector3 room0Position = new Vector3(-0.86f, 0.00f, -1.668f);
    private Quaternion room0Rotation = Quaternion.Euler(0, 90, 0);

    // Coordinate aggiornate per il checkout
    private Vector3 checkoutPosition = new Vector3(-0.86f, 0.00f, -46.26f);
```

```
    private Quaternion checkoutRotation = Quaternion.Euler(0, -90, 0); // Aggiusta questo se
necessario per orientare il giocatore correttamente

    void Start()
    {
        debugText.gameObject.SetActive(false);
        expandButton.onClick.AddListener(() => ToggleDebugTextVisibility(true));
        reduceButton.onClick.AddListener(() => ToggleDebugTextVisibility(false));
        goToCheckoutButton.onClick.AddListener(() => TeleportTo(checkoutPosition,
checkoutRotation));
        returnToSupermarketButton.onClick.AddListener(() => TeleportTo(room0Position,
room0Rotation));
        UpdateDebugTextReduced();
    }

    void Update()
    {
        UpdateDebugTextReduced();
    }

    void ToggleDebugTextVisibility(bool show)
    {
        debugText.gameObject.SetActive(show);
    }

    void UpdateDebugTextReduced()
    {
        string[] lines = debugText.text.Split('\n');
        if (lines.Length >= 4)
        {
            debugTextReduced.text = string.Join("\n", lines, lines.Length - 4, 4);
        }
        else
        {
            debugTextReduced.text = debugText.text;
        }
    }

    void TeleportTo(Vector3 position, Quaternion rotation)
    {
        XRSetupOrigin.position = position;
        XRSetupOrigin.rotation = rotation;
    }
}
```

Allegato B5: Script ScaffalaturaCheckout

```
using UnityEngine;
using TMPro;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;

public class ScaffalaturaCheckout : MonoBehaviour
{
    public TextMeshProUGUI elencoProdotti;
    public List<Transform> shelfTransforms = new List<Transform>();
    public GameObject buttonGoToCheckout;
    public GameObject buttonReturnToSupermarket;
    public Transform telereportCassa;
```

```
    private Dictionary<Transform, Vector3> originalSizes = new Dictionary<Transform, Vector3>();

    private Vector3[] positions = new Vector3[]
    {
        new Vector3(-4.348f, 0.5f, -41.014f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -41.314f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -41.614f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -41.914f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -42.214f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -42.514f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -42.814f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -43.114f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -43.414f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -43.714f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -44.014f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -44.314f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -44.614f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -44.914f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -45.214f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -45.514f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -45.814f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -46.114f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -46.414f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -46.714f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -47.014f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -47.314f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -47.614f),
new Vector3(-4.348f, 0.5f, -47.914f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -41.014f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -41.314f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -41.614f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -41.914f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -42.214f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -42.514f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -42.814f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -43.114f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -43.414f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -43.714f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -44.014f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -44.314f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -44.614f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -44.914f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -45.214f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -45.514f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -45.814f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -46.114f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -46.414f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -46.714f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -47.014f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -47.314f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -47.614f),
new Vector3(-4.348f, 1f, -47.914f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -41.014f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -41.314f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -41.614f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -41.914f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -42.214f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -42.514f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -42.814f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -43.114f),
```

```
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -43.414f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -43.714f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -44.014f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -44.314f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -44.614f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -44.914f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -45.214f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -45.514f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -45.814f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -46.114f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -46.414f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -46.714f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -47.014f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -47.314f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -47.614f),
new Vector3(-4.348f, 1.5f, -47.914f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -41.014f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -41.314f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -41.614f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -41.914f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -42.214f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -42.514f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -42.814f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -43.114f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -43.414f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -43.714f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -44.014f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -44.314f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -44.614f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -44.914f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -45.214f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -45.514f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -45.814f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -46.114f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -46.414f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -46.714f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -47.014f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -47.314f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -47.614f),
new Vector3(-4.348f, 2f, -47.914f),
    // Aggiungi tutte le altre coordinate come sopra...
};

void Start()
{
    foreach (var product in GameObject.FindGameObjectsWithTag("Prodotto"))
    {
        SaveOriginalSizes(product.transform);
        SaveOriginalSizes(product.transform.parent);
        foreach (Transform child in product.transform)
        {
            SaveOriginalSizes(child);
        }
    }
    buttonGoToCheckout.GetComponent<Button>().onClick.AddListener(OnGoToCheckout);

buttonReturnToSupermarket.GetComponent<Button>().onClick.AddListener(ClearProductDisplay
);
}
```

```
    private void SaveOriginalSizes(Transform obj)
    {
        if (obj != null && !originalSizes.ContainsKey(obj))
        {
            originalSizes[obj] = obj.localScale;
        }
    }

    public void OnGoToCheckout()
    {
        ClearProductDisplay();
        CreateProductCopiesFromList();
    }

    private Quaternion CalculateRelativeRotation(GameObject product)
    {
        Transform anchor = product.transform.parent; // Original anchor of the product
        return Quaternion.Inverse(anchor.rotation) * product.transform.rotation;
    }

    private void CreateProductCopiesFromList()
    {
        string[] lines = elencoProdotti.text.Split('\n');
        int positionIndex = 0;

        foreach (string line in lines)
        {
            if (!string.IsNullOrWhiteSpace(line) && positionIndex < positions.Length)
            {
                string productName = ExtractProductName(line);
                GameObject product = FindProductInScene(productName);
                if (product != null)
                {
                    ResetToOriginalScale(product.transform); // Reset scale of the product
                    ResetToOriginalScale(product.transform.parent); // Reset scale of the parent
                    foreach (Transform child in product.transform)
                    {
                        ResetToOriginalScale(child); // Reset scale of each child
                    }

                    Transform anchor = product.transform.parent;
                    Quaternion relativeRotation = Quaternion.Inverse(anchor.rotation) *
product.transform.rotation;

                    // Crea il clone
                    GameObject productCopy = Instantiate(product, positions[positionIndex],
telereportCassa.rotation * relativeRotation);
                    productCopy.name = product.name + "_CLONE";
                    productCopy.transform.localScale = product.transform.lossyScale;
                    CopyAllComponentsAndChildren(product, productCopy);
                    shelfTransforms.Add(productCopy.transform);

                    // Gestione specifica per le patatine
                    if (product.name.Contains("PATATINE"))
                    {
                        Vector3 adjustedPosition = productCopy.transform.position;
                        adjustedPosition.x += 0.4f; // Sposta la X
                        adjustedPosition.y -= 0.35f; // Sposta la Y
                        productCopy.transform.position = adjustedPosition;
                    }
```

```
                // Gestione specifica per le birre
                if (product.name.Contains("BIRRE"))
                {
                    Vector3 adjustedPosition = productCopy.transform.position;
                    adjustedPosition.y -= 0.20f; // Diminuisce la Y di -0.20
                    productCopy.transform.position = adjustedPosition;
                }

                positionIndex++;
            }
        }
    }
}

private void ResetToOriginalScale(Transform obj)
{
    if (obj != null && originalSizes.ContainsKey(obj))
    {
        obj.localScale = originalSizes[obj];
    }
}

private void CopyAllComponentsAndChildren(GameObject source, GameObject destination)
{
    foreach (Transform child in source.transform)
    {
        GameObject childCopy = Instantiate(child.gameObject, destination.transform);
        childCopy.name = child.name;
        // Imposta anche la scala del child clone
        childCopy.transform.localScale = child.transform.lossyScale;
        CopyAllComponentsAndChildren(child.gameObject, childCopy);
    }
}

private GameObject FindProductInScene(string productName)
{
    foreach (var product in GameObject.FindGameObjectsWithTag("Prodotto"))
    {
        Prodotto prodottoComponent = product.GetComponent<Prodotto>();
        if (prodottoComponent != null &&
prodottoComponent.nomeProdotto.Equals(productName))
            return product;
    }
    return null;
}

private string ExtractProductName(string productLine)
{
    int startName = productLine.IndexOf('X') + 2;
    int endName = productLine.IndexOf('(');
    return productLine.Substring(startName, endName - startName).Trim();
}

private void ClearProductDisplay()
{
    foreach (var transform in shelfTransforms)
    {
        Destroy(transform.gameObject);
    }
```

```
            shelfTransforms.Clear();
        }
    }
```

Allegato B6: Script CheckoutManager

```
using UnityEngine;
using TMPro;
using UnityEngine.UI;
using System.Linq;
using System;
using System.Text.RegularExpressions;

public class CheckoutManager : MonoBehaviour
{
    public TextMeshProUGUI riepilogoSpesa;
    public TextMeshProUGUI elencoProdotti;
    public TextMeshProUGUI debugText;
    public Button payButton;
    public GameObject paymentConfirmation;
    private string lastDebugText = "";

    void Start()
    {
        payButton.onClick.AddListener(ConfirmPayment);
        UpdateCheckout();
    }

    void Update()
    {
        // Controlla se il testo di debug è cambiato
        if (debugText.text != lastDebugText)
        {
            UpdateCheckout();
            lastDebugText = debugText.text;
        }
    }

    void UpdateCheckout()
    {
        // Aggiorna la regex per fare match con il formato "TOTALE_CARRELLO_a: €25,00"
        string cleanDebugText = Regex.Replace(debugText.text, @"TOTALE_CARRELLO_[a-z]:
€\d+,\d{2}", "");

        // Dividi il testo del debug in righe
        string[] lines = cleanDebugText.Split('\n');

        // Prendi le ultime 4 righe per il riepilogo
        int numberOfInfoLines = 4;
        if (lines.Length >= numberOfInfoLines)
        {
            string riepilogo = string.Join("\n", lines.Skip(Math.Max(0, lines.Length -
numberOfInfoLines)));
            riepilogoSpesa.text = riepilogo;
        }

        // Gestisci l'elenco dei prodotti
        string productList = "";
        for (int i = 0; i < lines.Length - numberOfInfoLines; i++)
```

```
        {
            string line = lines[i];
            if (!string.IsNullOrWhiteSpace(line))
            {
                // Inserisci un punto elenco prima di ogni occorrenza di "1X"
                line = Regex.Replace(line, @"(?<=\)),\s*1X", "\n•\t1X");
                productList += "•\t" + line.Trim() + "\n";
            }
        }
        elencoProdotti.text = productList.TrimEnd('\n');
    }

    void ConfirmPayment()
    {
        paymentConfirmation.SetActive(true);
        gameObject.SetActive(false);
        paymentConfirmation.GetComponentInChildren<TextMeshProUGUI>().text =
"PAGAMENTO EFFETTUATO\n" + riepilogoSpesa.text;
    }
}
```

BIBLIOGRAFIA

Abramczuk, K., Bohdanowicz, Z., Muczyński, B., Skorupska, K. H., & Cnotkowski, D. (2023). Meet me in VR! Can VR space help remote teams connect: A seven-week study with Horizon Workrooms. International Journal of Human-Computer Studies, 179, 103104. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103104

Aburbeian, A. M., Owda, A. Y., & Owda, M. (2022). A technology acceptance model survey of the metaverse prospects. Ai, 3(2), 285-302. https://doi.org/10.3390/ai3020018

Acquarelli, L. (2020). The spectacle of re-enactment and the critical time of the testimony in Inarritu's Carne y Arena. Cultural Studies in the Digital Age, 103-118. https://doi.org/10.1515/9780822395973-006

Adachi, D., & Aoyagi, J. (2020). Blockchain and economic transactions. In S. Corbet, A. Urquhart, & L. Yarovaya (Eds), Cryptocurrency and Blockchain Technology (pp. 9-22). De Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110660807-002

Afacan, N. M. (2023). Gamification in metaverse. In Metaverse: Technologies, opportunities and threats (pp. 187-202). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4641-9_13

Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: High-resolution EEG investigation of meditation. Neuroscience Letters, 310(1), 57-60. https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02094-8

Ahn, S., Jin, B. E., & Seo, H. (2025). Why do people customize avatars in the metaverse? Curiosity and SOR model perspective. Internet Research, 35(6), 2315-2341. https://doi.org/10.1108/INTR-11-2023-1042

Aiordachioae, A., & Vatavu, R.-D. (2024). Lifelogging in Mixed Reality. Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-8. https://doi.org/10.1145/3613905.3650897

Aks, S. M. Y., Karmila, M., Givan, B., Hendratna, G., Setiawan, H. S., Putra, A. S., & Herawaty, M. T. (2022). A review of blockchain for security data privacy with metaverse. 2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS), 1-5. https://doi.org/10.1109/ICISS55894.2022.9915055

Al-Adwan, A. S., & Al-Debei, M. M. (2024). The determinants of Gen Z's metaverse adoption decisions in higher education: Integrating UTAUT2 with personal

innovativeness in IT. Education and Information Technologies, 29(6), 7413-7445. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12080-1

Alalwan, N., Cheng, L., Al-Samarraie, H., Yousef, R., Alzahrani, A. I., & Sarsam, S. M. (2020). Challenges and prospects of virtual reality and augmented reality utilization among primary school teachers: A developing country perspective. Studies in Educational Evaluation, 66, 100876. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100876

Alam, A., & Mohanty, A. (2022). Metaverse and Posthuman animated avatars for teaching-learning process: Interperception in virtual universe for educational transformation. International Conference on Innovations in Intelligent Computing and Communications, 47-61. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23233-6_4

Alam, S. M. I., Fahmy, S., & Lu, Y.-H. (2015). LiTMaS: Live road traffic maps for smartphones. 2015 IEEE 16th International Symposium on A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 1-6. https://doi.org/10.1109/WoWMoM.2015.7158217

Albert, R., Patney, A., Luebke, D., & Kim, J. (2017). Latency Requirements for Foveated Rendering in Virtual Reality. ACM Transactions on Applied Perception, 14(4), 1-13. https://doi.org/10.1145/3127589

Alexander, J. (2008). Media convergence: Creating content, questioning relationships. In Computers and Composition (Vol. 25, Issue 1, pp. 1-8). Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.compcom.2007.10.001

Alexander, N. (2021). Obsolescence, Forgotten: "Survivor Holograms", Virtual Reality, and the Future of Holocaust Commemoration. Cinergie - Il Cinema e Le Altre Arti, 57-68 Pages. https://doi.org/10.6092/ISSN.2280-9481/12205

Al-Ghaili, A. M., Kasim, H., Al-Hada, N. M., Hassan, Z. B., Othman, M., Tharik, J. H., & Shayea, I. (2022). A review of metaverse's definitions, architecture, applications, challenges, issues, solutions, and future trends. Ieee Access, 10, 125835-125866. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3225638

Algül, N. (2022). Using Possible Intuitive Virtual Applications Requested through Metaverse Nike Advertising in Shoes Sales and a Proposition Study on the Metaverse Shoes Sales Application Model. Turkish Online Journal of Educational Technology, 359.

Alhalabi, W., & Lytras, M. D. (2019). Editorial for special issue on virtual reality and augmented reality. Virtual Reality, 23(3), 215-216. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00398-6

Alho, V. (n.d.). Digital future of luxury brand marketing.

Alice, R. (2023). On NFTs. Taschen.

Alimamy, S., & Jung, T. (2025). The AR Cloud: Navigating Metaverse Augmentation Technologies for Enhanced Co-Creation of Value Within Services. Journal of Service Research, 28(4), 580-597. https://doi.org/10.1177/10946705241265753

Allouzi, A. S., & Alomari, K. M. (2023). Adequate legal rules in settling metaverse disputes: Hybrid legal framework for metaverse dispute resolution (HLFMDR). International Journal of Data and Network Science, 7(4), 1627-1642. https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.8.001

Almeida, L., Menezes, P., & Dias, J. (2022). Telepresence Social Robotics towards Co-Presence: A Review. Applied Sciences, 12(11), 5557. https://doi.org/10.3390/app12115557

Altman, I. (1975). The environment and social behavior: Privacy, personal space, territory, and crowding. https://eric.ed.gov/?id=ed131515

Amazon integrates real-world commerce into Roblox in new experience launch- MARKETECH APAC. (n.d.).

Andringa, C. (2022). Property of the future-A research into factors influencing the value of virtual land [PhD Thesis].

Angelini, L., Mecella, M., Liang, H. N., Caon, M., Mugellini, E., Abou Khaled, O., & Bernardini, D. (2022). Towards an emotionally augmented metaverse: A framework for recording and analysing physiological data and user behaviour. 13th Augmented Human International Conference, 1-5. https://doi.org/10.1145/3532530.3532546

Ante, L. (2023). Non-fungible token (NFT) markets on the Ethereum blockchain: Temporal development, cointegration and interrelations. Economics of Innovation and New Technology, 32(8), 1216-1234. https://doi.org/10.1080/10438599.2022.2119564

Antonios Dakanalis, Valentina Elisabetta Di Mattei, Antonio Prunas, Giuseppe Riva, Lucio Sarno, Chiara Volpato, & Maria Assunta Zanetti. (2012). Il corpo oggettivato: Media, benessere psicofisico e differenze di genere. Psicologia sociale, 2, 261-284. https://doi.org/10.1482/37698

Arcagni, S. (2012). Una questione di schermi.. Screen City. - (Cinemaespanso ; 2), 39-92. https://doi.org/10.1400/215055

Arcagni, S. (2020). Immersi nel futuro. SEGNOCINEMA, 226, 63-63.

Arcagni, S. (2024). The Dark Zone. Philosophy of the Metaverse. The Cultural Logic of the Algorithmic Society. Img Journal, 4(9), 18-39. https://doi.org/10.6092/ISSN.2724-2463/20029

Arcagni, S., & D'Aloia, A. (2021). VR storytelling: Potentials and limitations of virtual reality narratives. Cinergie-Il Cinema E Le Altre Arti, 19, 1-7.

Arnaldi, B., Guitton, P., & Moreau, G. (2018). Virtual reality and augmented reality: Myths and realities. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119341031

Arpaci, I., Karatas, K., Kusci, I., & Al-Emran, M. (2022). Understanding the social sustainability of the Metaverse by integrating UTAUT2 and big five personality traits: A hybrid SEM-ANN approach. Technology in Society, 71, 102120. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102120

Arshad, A., Shahzad, F., Ur Rehman, I., & Sergi, B. S. (2023). A systematic literature review of blockchain technology and environmental sustainability: Status quo and future research. International Review of Economics & Finance, 88, 1602-1622. https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.07.044

Arya, V., Sambyal, R., Sharma, A., & Dwivedi, Y. K. (2024). Brands are calling your AVATAR in Metaverse-A study to explore XR-based gamification marketing activities & consumer-based brand equity in virtual world. Journal of Consumer Behaviour, 23(2), 556-585. https://doi.org/10.1002/cb.2214

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355-385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Bahavan, T. T. N., Navaratnarajah, S., Owinda, D., Akalanka, I., Peiris, R., & Silva, A. D. (2023). Towards an objective measurement of presence, place illusion, and plausibility illusion in virtual reality using electroencephalography. Virtual Reality, 27(3), 2649-2664. https://doi.org/10.1007/s10055-023-00815-x

Bailenson, J. (2018). Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do. WW Norton & Company.

Baker, B. J. (2022). Impact analysis of a virtual stadium: Measuring sport in the metaverse. Journal of Applied Sport Management, 14(4), 7. https://doi.org/10.7290/jasm14kds4

Balduf, L., Florian, M., & Scheuermann, B. (2022). Dude, where's my NFT: Distributed infrastructures for digital art. Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Infrastructure for the Common Good, 1-6. https://doi.org/10.1145/3565383.3566106

Balet, O., Subsol, G., & Torguet, P. (2003). Virtual Storytelling

Balica, R. Ş., Majerová, J., & Cuţitoi, A. C. (2022). Metaverse applications, technologies, and infrastructure: Predictive algorithms, real-time customer data analytics, and virtual navigation tools. Linguistic and Philosophical Investigations, 21, 219-235. https://doi.org/10.22381/lpi21202214

Ball, M. (2022). The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything. Liveright.

Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, *37*(2), 122.

Barcatta, K., Holl, E., Battistutta, L., Van Der Meulen, M., & Rischer, K. M. (2022). When Less Is More: Investigating Factors Influencing the Distraction Effect of Virtual Reality From Pain. Frontiers in Pain Research, 2, 800258. https://doi.org/10.3389/fpain.2021.800258

Baron-Cohen, S. (1997). Mindblindness: An essay on autism and theory of mind. MIT press.

Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? Cognition, 21(1), 37-46. https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90022-8

Barra, P., Cantone, A. A., Francese, R., Giammetti, M., Sais, R., Santosuosso, O. P., Sepe, A., Spera, S., Tortora, G., & Vitiello, G. (2023). MetaCUX: Social Interaction and Collaboration in the Metaverse. In J. Abdelnour Nocera, M. Kristín Lárusdóttir, H. Petrie, A. Piccinno, & M. Winckler (Eds), Human-Computer Interaction - INTERACT 2023 (Vol. 14145, pp. 528-532). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42293-5_67

Barranco Merino, R., Higuera-Trujillo, J. L., & Llinares Millán, C. (2023). The use of sense of presence in studies on human behavior in virtual environments: A systematic review. Applied Sciences, 13(24), 13095. https://doi.org/10.3390/app132413095

Barricelli, B. R., De Bonis, A., Di Gaetano, S., & Valtolina, S. (2018). Semiotic Framework for Virtual Reality Usability and UX Evaluation: A Pilot Study. GHItaly@ AVI.

Barricelli, B. R., Gadia, D., Rizzi, A., & Marini, D. L. (2016). Semiotics of virtual reality as a communication process. Behaviour & Information Technology, 35(11), 879-896. https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1212092

Barrington, S. (2022). The Role of Metadata in Non-Fungible Tokens: Marketplace Analysis and Collection Organization (No. arXiv:2209.14395). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.14395

Barta, S., Gurrea, R., & Flavián, C. (2023). Telepresence in live-stream shopping: An experimental study comparing Instagram and the metaverse. Electronic Markets, 33(1), 29. https://doi.org/10.1007/s12525-023-00643-6

Baum, A., & Davis, G. E. (1976). Spatial and Social Aspects of Crowding Perception. Environment and Behavior, 8(4), 527-544. https://doi.org/10.1177/001391657684003

Baum, A., & Weiss, L. (1987). Social density and perceived control as mediators of crowding stress in high-density residential neighborhoods. Journal of Personality and Social Psychology, 52(5), 899. https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.5.899

Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2024). Educational Practices and Strategies With Immersive Learning Environments: Mapping of Reviews for Using the Metaverse. IEEE Transactions on Learning Technologies, 17, 319-341. https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH), 11(2), 1-36. https://doi.org/10.1145/3145534

Belanger, W. D. (2009). A semiotic analysis of virtual reality [PhD Thesis]. Salve Regina University.

Belk, R., Humayun, M., & Brouard, M. (2022). Money, possessions, and ownership in the Metaverse: NFTs, cryptocurrencies, Web3 and Wild Markets. Journal of Business Research, 153, 198-205. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.08.031

Bell, A., Ensslin, A., Van der Bom, I., & Smith, J. (2018). Immersion in digital fiction. International Journal of Literary Linguistics, 7(1). https://doi.org/10.15462/ijll.v7i1.105

Bellini, N., Bergamasco, M., Carrozzino, M., & Lagier, J. (2015). Emerging technologies for cultural heritage: The 'consumer's' perspective. Proceedings of the Heritage, Tourism and Hospitality International Conference HTHIC 2015, 23-32.

Bem, D. J. (1972). Self-Perception Theory. In Advances in Experimental Social Psychology (Vol. 6, pp. 1-62). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60024-6

Benedikt, M. (1991). Cyberspace: First steps. Mit Press.

Bennett, T. (2013). The birth of the museum: History, theory, politics. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315002668

Berger, P., & Luckmann, T. (1966). The social construction of reality. In Social theory re-wired (pp. 110-122). Routledge.

Bergs, S. (n.d.). ter verkrijging van de graad Doctor aan de Vrije Universiteit Amsterdam, op gezag van de rector magnificus prof.dr. J.J.G. Geurts, in het openbaar te verdedigen ten overstaan van de promotiecommissie van de Faculteit der Geesteswetenschappen op donderdag 24 februari 2022 om 11.45 uur in een bijeenkomst van de universiteit, De Boelelaan 1105.

Bhugaonkar, K., Bhugaonkar, R., & Masne, N. (2022). The trend of metaverse and augmented & virtual reality extending to the healthcare system. Cureus, 14(9). https://doi.org/10.7759/cureus.29071

Bibri, S. E., & Allam, Z. (2022). The Metaverse as a virtual form of data-driven smart cities: The ethics of the hyper-connectivity, datafication, algorithmization, and platformization of urban society. Computational Urban Science, 2(1), 22. https://doi.org/10.1007/s43762-022-00050-1

Biggio, F., Dos Santos, V., & GIuLIANA, G. T. (2020). Meaning-making in extended reality. In Senso e virtualità. Canterano.

Binson, B. (2021). Metaverse and crypto art during the COVID-19 pandemic. Journal of Urban Culture Research, 23, 1-2.

Biocca, F. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments [1]. Journal of Computer-Mediated Communication, 3(2). https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00070.x

Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a more robust theory and measure of social presence: Review and suggested criteria. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 12(5), 456-480. https://doi.org/10.1162/105474603322761270

Birk, M. V., Atkins, C., Bowey, J. T., & Mandryk, R. L. (2016). Fostering Intrinsic Motivation through Avatar Identification in Digital Games. Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2982-2995. https://doi.org/10.1145/2858036.2858062

Bisset Delgado, C. (2022). User experience (UX) in metaverse: Realities and challenges. Metaverse Basic and Applied Research, 1, 9. https://doi.org/10.56294/mr20229

Blanke, O., & Metzinger, T. (2009). Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. Trends in Cognitive Sciences, 13(1), 7-13. https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.10.003

Block, R. A., & Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. Psychonomic Bulletin & Review, 4(2), 184-197. https://doi.org/10.3758/BF03209393

Blumer, H. (1937). Man and society. New York: Prentice-Hall.

Blumer, H. (1980). Mead and Blumer: The convergent methodological perspectives of social behaviorism and symbolic interactionism. American Sociological Review, 409-419. https://doi.org/10.2307/2095174

Blumer, H. (1986). Symbolic interactionism: Perspective and method. Univ of California Press.

Blumer, H. (2009). Symbolic interactionism: Perspective and method (1. paperback print., renewed). Univ. of California Press.

Blumer, H. (2013). Society as symbolic interaction. In Human behavior and social processes (pp. 179-192). Routledge.

Blumer, H. (2017). What is wrong with social theory? In Sociological methods (pp. 84-96). Routledge.

Bojic, L. (2022). Metaverse through the prism of power and addiction: What will happen when the virtual world becomes more attractive than reality? European Journal of Futures Research, 10(1), 22. https://doi.org/10.1186/s40309-022-00208-4

Bolter, J. D., & Grusin, R. (1999). Remediation: Understanding New Media. MIT Press. https://doi.org/10.1108/ccij.1999.4.4.208.1

Bolter, J. D., Engberg, M., & MacIntyre, B. (2021). Reality media: Augmented and virtual reality. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11708.001.0001

Booth, J., Roussos, A., Ponniah, A., Dunaway, D., & Zafeiriou, S. (2018). Large Scale 3D Morphable Models. International Journal of Computer Vision, 126(2-4), 233-254. https://doi.org/10.1007/s11263-017-1009-7

Bordwell, D., Thompson, K., & Béghin, C. (2014). L'art du film: Une introduction (3e éd. française). De Boeck.

Boud, A. C., Haniff, D. J., Baber, C., & Steiner, S. J. (1999). Virtual reality and augmented reality as a training tool for assembly tasks. 1999 IEEE International Conference on Information Visualization, 32-36. https://doi.org/10.1109/IV.1999.781532

Bouma, H. (1970). Interaction Effects in Parafoveal Letter Recognition. Nature, 226(5241), 177-178. https://doi.org/10.1038/226177a0

Bourdot, P., Interrante, V., Nedel, L., Magnenat-Thalmann, N., & Zachmann, G. (2019). Virtual Reality and Augmented Reality: 16th EuroVR International Conference, EuroVR 2019, Tallinn, Estonia, October 23-25, 2019, Proceedings. 11883. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31908-3

Bowen, J. P., & Giannini, T. (2022). Digital experience in art and identity: The metaverse calls. https://doi.org/10.31235/osf.io/6y4vd

Boztas, C., Ghadafi, E., & Ibrahim, R. (2025). Metaverse Architectures: A Comprehensive Systematic Review of Definitions and Frameworks. Future Internet, 17(7), 283. https://doi.org/10.3390/fi17070283

Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 25(1), 49-59. https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9

Braga, J. (2019). Conceiving virtuality: From art to technology. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24751-5

Brannon Barhorst, J., McLean, G., Shah, E., & Mack, R. (2021). Blending the real world and the virtual world: Exploring the role of flow in augmented reality experiences. Journal of Business Research, 122, 423-436. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.041

Bratu, S., & Sabău, R. I. (2022). Digital commerce in the immersive metaverse environment: Cognitive analytics management, real-time purchasing data, and seamless connected shopping experiences. Linguistic and Philosophical Investigations, 21, 170-186. https://doi.org/10.22381/lpi21202211

Brüggen, A., Feichter, C., & Williamson, M. G. (2018). The effect of input and output targets for routine tasks on creative task performance. The Accounting Review, 93(1), 29-43. https://doi.org/10.2308/accr-51781

Bryant, E. B. A., & Pollock, G. (2010). Digital and other virtualities. IB Tauris & Company Limited. https://doi.org/10.5040/9780755696611

Bryant, J., & Zillmann, D. (1994). LEA's Communication Series. Lawrence Erlbaum associates, publishers.

Bucher, J. (2017). Storytelling for virtual reality: Methods and principles for crafting immersive narratives. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315210308

Buchholz, F., Oppermann, L., & Prinz, W. (2022). There's more than one metaverse. I-Com, 21(3), 313-324. https://doi.org/10.1515/icom-2022-0034

Buckingham, G. (2021). Hand Tracking for Immersive Virtual Reality: Opportunities and Challenges. Frontiers in Virtual Reality, 2, 728461. https://doi.org/10.3389/frvir.2021.728461

Buhrmann, T., Di Paolo, E. A., & Barandiaran, X. (2013). A Dynamical Systems Account of Sensorimotor Contingencies. Frontiers in Psychology, 4. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00285

Bulu, S. T. (2012). Place presence, social presence, co-presence, and satisfaction in virtual worlds. Computers & Education, 58(1), 154-161. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.024

Burn, S. J. (2017). American Literature in Transition, 1990-2000. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316477069

Bursali, H., & Yilmaz, R. M. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. Computers in Human Behavior, 95, 126-135. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.035

Bush, V. (1945). As we may think by Vannevar bush. Atlantic Monthly, July 1945.

Bush, V. (2022). Pieces of the Action. Stripe Press.

Butow, E., & Stepisnik, R. (2014). Google glass for dummies. John Wiley & Sons.

Calabrò, R. S., Cerasa, A., Ciancarelli, I., Pignolo, L., Tonin, P., Iosa, M., & Morone, G. (2022). The arrival of the metaverse in neurorehabilitation: Fact, fake or vision? Biomedicines, 10(10), 2602. https://doi.org/10.3390/biomedicines10102602

Calleja, G. (2011). In-game: From immersion to incorporation. mit Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/8429.001.0001

Çallı, B. A., & Ediz, Ç. (2023). Top concerns of user experiences in Metaverse games: A text-mining based approach. Entertainment Computing, 46, 100576. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100576

Campbell, D. T. (1958). Common fate, similarity, and other indices of the status of aggregates of persons as social entities. Behavioral Science, 3(1), 14. https://doi.org/10.1002/bs.3830030103

Cappannari, L., & Vitillo, A. (2022). XR and Metaverse Software Platforms. In M. Alcañiz, M. Sacco, & J. G. Tromp (Eds), Roadmapping Extended Reality (1st edn, pp. 135-156). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119865810.ch6

Carbone, M., Dalmasso, A. C., & Bodini, J. (2018). Des pouvoirs des écrans (Vol. 13). Mimésis.

Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented Reality: An Overview. In B. Furht (Ed.), Handbook of Augmented Reality (pp. 3-46). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_1

Carolan, M. (2005). The role of stories in understanding life events: Poststructural construction of the 'self'. Collegian, 12(3), 5-8. https://doi.org/10.1016/S1322-7696(08)60494-1

Carrera, J. F., Wang, C. C., Clark, W., & Southerland, A. M. (2019). A systematic review of the use of Google Glass in graduate medical education. Journal of Graduate Medical Education, 11(6), 637-648. https://doi.org/10.4300/JGME-D-19-00148.1

Casaneuva, J. S. (2001). Presence and co-presence in collaborative virtual environments. http://hdl.handle.net/11427/6383

Catmur, C. (2015). Understanding intentions from actions: Direct perception, inference, and the roles of mirror and mentalizing systems. Consciousness and Cognition, 36, 426-433. https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.03.012

Cavazza, M., & Donikian, S. (2007). Virtual Storytelling. Using Virtual Reality Technologies for Storytelling: 4th International Conference, ICVS 2007, Saint-Malo, France, December 5-7, 2007, Proceedings. 4871. https://doi.org/10.1007/978-3-540-77039-8

Çelik, F., & Baturay, M. H. (n.d.). The effect of metaverse on L2 vocabulary learning, retention, student engagement, presence, and community feeling. BMC Psychology, 12(1), 58. https://doi.org/10.1186/s40359-024-01549-4

Centraco, G., & Santoro, G. (2025). The adoption of non-fungible tokens (NFTs) in brand-customer interactions: Engagement tool or hype? International Marketing Review, 42(4), 767-787. https://doi.org/10.1108/IMR-10-2024-0437

Cerasa, A., Gaggioli, A., Marino, F., Riva, G., & Pioggia, G. (2022). The promise of the metaverse in mental health: The new era of MEDverse. Heliyon, 8(11). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11762

Cesari, V., D'Aversa, S., Piarulli, A., Melfi, F., Gemignani, A., & Menicucci, D. (2024). Sense of Agency and Skills Learning in Virtual-Mediated Environment: A Systematic Review. Brain Sciences, 14(4), 350. https://doi.org/10.3390/brainsci14040350

Chalevelaki, M. (2010). Présence et signification: Entre régularité et débordements. AS-Actes Sémiotiques. https://doi.org/10.25965/as.1816

Chalmers, D. J. (2022). Reality+: Virtual worlds and the problems of philosophy. Penguin UK.

Champion, E. (2019). The phenomenology of real and virtual places. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315106267

Chan, M. (2015). Virtual reality: Representations in contemporary media. Bloomsbury Publishing USA. https://doi.org/10.5040/9781628929898

Chandrasekera, T., Fernando, K., & Puig, L. (2019). Effect of degrees of freedom on the sense of presence generated by virtual reality (VR) head-mounted display systems: A

case study on the use of VR in early design studios. Journal of Educational Technology Systems, 47(4), 513-522. https://doi.org/10.1177/0047239518824862

Chang, S.-M., Hsieh, G. M. Y., & Lin, S. S. J. (2018). The mediation effects of gaming motives between game involvement and problematic Internet use: Escapism, advancement and socializing. Computers & Education, 122, 43-53. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.007

Chateau, D., & Moure, J. (2020). Post-cinema: Cinema in the Post-art Era. Amsterdam University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctv1b0fvtp

Chatelet, C. (2019). Sortir du cadre/entrer dans l'image, le corps à l'oeuvre dans les dispositifs de réalité virtuelle. La Réalité Virtuelle, Special Issue of "La Fémis Présente, 1.

Chen, J. Y., & Fragomeni, G. (2018). Virtual, Augmented and Mixed Reality: Interaction, Navigation, Visualization, Embodiment, and Simulation: 10th International Conference, VAMR 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part I. Proceedings, 10909. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91581-4

Chen, J. Y., & Fragomeni, G. (2019). Virtual, Augmented and Mixed Reality. Multimodal Interaction: 11th International Conference, VAMR 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26-31, 2019, Proceedings, Part I. Proceedings, 11574.

Chen, J., Xi, N., Pohjonen, V., & Hamari, J. (2023). Paying attention in metaverse: An experiment on spatial attention allocation in extended reality shopping. Information Technology & People, 36(8), 255-283. https://doi.org/10.1108/ITP-09-2021-0674

Cheng, A., Zhang, W., Feng, A., Wu, Y., & Li, W. (2025). Exploring psychological dimensions of augmented reality in education: A study on learning motivation and achievement in museums. Frontiers in Psychology, 16, 1514117. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1514117

Cheng, R., Wu, N., Chen, S., & Han, B. (2022). Will metaverse be next internet? Vision, hype, and reality. IEEE Network, 36(5), 197-204. https://doi.org/10.1109/MNET.117.2200055

Cheong, B. C. (2022). Avatars in the metaverse: Potential legal issues and remedies. International Cybersecurity Law Review, 3(2), 467-494. https://doi.org/10.1365/s43439-022-00056-9

Chia, A. (2022). The metaverse, but not the way you think: Game engines and automation beyond game development. Critical Studies in Media Communication, 39(3), 191-200. https://doi.org/10.1080/15295036.2022.2080850

Chohan, R., & Schmidt-Devlin, E. (2024). Sports fandom in the metaverse: Marketing implications and research agenda. Marketing Letters, 35(1), 1-14. https://doi.org/10.1007/s11002-023-09702-6

Choi, H., & Kim, S. (2017). A content service deployment plan for metaverse museum exhibitions-Centering on the combination of beacons and HMDs. International Journal of Information Management, 37(1), 1519-1527. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.017

Chong, K. M., Cham, T.-H., Lau, E., Wong, B. K. M., & Syed Annuar, S. N. (2023). Log Out or Stay Connected? Unveiling the Intention for Continuous Use in the Metaverse. In M. A. Al-Sharafi, M. Al-Emran, G. W.-H. Tan, & K.-B. Ooi (Eds), Current and Future Trends on Intelligent Technology Adoption (Vol. 1128, pp. 1-22). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48397-4_1

Chong, Y., Sethi, D., Loh, C. Y., & Lateef, F. (2018). Going forward with Pokemon Go. Journal of Emergencies, Trauma, and Shock, 11(4), 243. https://doi.org/10.4103/JETS.JETS_87_17

Clarke, A. (2004). Computational Semiotics: Past Present and Future. In Compilation of COSIGN.

Clarke, A. R., Barry, R. J., Karamacoska, D., & Johnstone, S. J. (2019). The EEG Theta/Beta Ratio: A marker of Arousal or Cognitive Processing Capacity? Applied Psychophysiology and Biofeedback, 44(2), 123-129. https://doi.org/10.1007/s10484-018-09428-6

Collins, R. (2004). Interaction Ritual Chains: Princeton University Press. https://doi.org/10.1515/9781400851744

Contreras, G. S., González, A. H., Fernández, M. I. S., Martínez, C. B., Cepa, J., & Escobar, Z. (2022). The importance of the application of the metaverse in education. Modern Applied Science, 16(3), 1-34. https://doi.org/10.5539/mas.v16n3p34

Coronado, A., de Oliveira Berretta, L., & Carvalho, S. T. (2023). Metaverse and the Web 3: A systematic mapping. Colóquio Em Blockchain e Web Descentralizada (CBlockchain), 1-6. https://doi.org/10.5753/cblockchain.2023.229957

Corrain, L., & Vannoni, M. (2021). Figure dell'immersività. CARTE SEMIOTICHE, 7.

Costin, L., & Barnes, L. (2025). Fashion Marketing: The Contemporary Marketing Mix. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82571-2

Creed, C., Al-Kalbani, M., Theil, A., S., & Williams, I. (2024). Inclusive AR/VR: accessibility barriers for immersive technologies. Universal Access in the Information Society, 23(1), 59-73. https://doi.org/10.1007/s10209-023-00969-0

Crucianelli, L., Reader, A. T., & Ehrsson, H. H. (2024). Subcortical contributions to the sense of body ownership. Brain, 147(2), 390-405. https://doi.org/10.1093/brain/awad359

Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The psychology of optimal experience (Vol. 1990). Harper & Row.

Danaei, D., Jamali, H. R., Mansourian, Y., & Rastegarpour, H. (2020). Comparing reading comprehension between children reading augmented reality and print storybooks. Computers & Education, 153, 103900. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103900

Daneshfar, F., & Jamshidi, M. B. (2023). An octonion-based nonlinear echo state network for speech emotion recognition in Metaverse. Neural Networks, 163, 108-121. https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.03.026

Daniela, L. (2020). New perspectives on virtual and augmented reality. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003001874

Daşdemir, Y. (2022). Cognitive investigation on the effect of augmented reality-based reading on emotion classification performance: A new dataset. Biomedical Signal Processing and Control, 78, 103942. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.103942

Dash, G., Kiefer, K., & Paul, J. (2021). Marketing-to-Millennials: Marketing 4.0, customer satisfaction and purchase intention. Journal of Business Research, 122, 608-620. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.016

David, L. E. E., & Won, L. S. (2022). Nft of nft: Is our imagination the only limitation of the metaverse? The Journal of The British Blockchain Association.

Davis, A., Murphy, J., Owens, D., Khazanchi, D., Zigurs, I., & University of Nebraska at Omaha. (2009). Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses. Journal of the Association for Information Systems, 10(2), 90-117. https://doi.org/10.17705/1jais.00183

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 319-340. https://doi.org/10.2307/249008

De la Peña, N., Weil, P., Llobera, J., Spanlang, B., Friedman, D., Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2010). Immersive journalism: Immersive virtual reality for the first-person experience of news. Presence, 19(4), 291-301. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00005

De Paolis, L. T., & Bourdot, P. (2018). Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics: 5th International Conference, AVR 2018, Otranto, Italy, June 24-27, 2018, Proceedings, Part I. Proceedings, 10850. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95270-3

De Vignemont, F. (2010). Body schema and body image-Pros and cons. Neuropsychologia, 48(3), 669-680. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.022

Dehghani, M., Acikgoz, F., Mashatan, A., & Lee, S. H. (Mark). (2022). A holistic analysis towards understanding consumer perceptions of virtual reality devices in the post-adoption phase. Behaviour & Information Technology, 41(7), 1453-1471. https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.1876767

Delavari, F., Ekves, Z., Hancock, R., Altmann, G. T. M., & Santaniello, S. (2025). EEG-derived Brain Connectivity in Theta/Alpha Frequency Bands Increases During Reading of Individual Words. Neuroscience. https://doi.org/10.1101/2025.03.10.642502

Delfabbro, P., & King, D. (2023). The evolution of young gambling studies: Digital convergence of gaming, gambling and cryptocurrency technologies. International Gambling Studies, 23(3), 491-504. https://doi.org/10.1080/14459795.2023.2171469

Demir, G., Argan, M., & Dinç, H. (2023). The age beyond sports: User experience in the world of metaverse. Journal of Metaverse, 3(1), 19-27. https://doi.org/10.57019/jmv.1176938

Deng, J., Cuadrado, F., Tyson, G., & Uhlig, S. (2015). Behind the game: Exploring the twitch streaming platform. 2015 International Workshop on Network and Systems Support for Games (NetGames), 1-6. https://doi.org/10.1109/NetGames.2015.7382994

DeRouin-Jessen, R. (2008). Game on: The impact of game features in computer-based training. https://stars.library.ucf.edu/etd/3772/

DeRouin-Jessen, R. E., & Fritzsche, B. A. (2010). Game on: The impact of game features in computer-based training: (518392013-283) [Data set]. https://doi.org/10.1037/e518392013-283

Di Crosta, M., & Chatelet, C. (2019). Écran incorporé, corps casqué: De quelques enjeux esthésiques de la réalité virtuelle. Interfaces Numériques, 7(2), 264-285. https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.3375

Di Pietro, R., & Cresci, S. (2021). Metaverse: Security and privacy issues. 2021 Third IEEE International Conference on Trust, Privacy and Security in Intelligent Systems and Applications (TPS-ISA), 281-288. https://doi.org/10.1109/TPSISA52974.2021.00032

Dickerson, P., Grande, S., Evans, D., Levine, B., & Coe, M. (2019). Utilizing intraprocedural interactive video capture with Google Glass for immediate postprocedural resident coaching. Journal of Surgical Education, 76(3), 607-619. https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.10.002

Dieck, M., Jung, T. H., & Loureiro, S. (2021). Augmented reality and virtual reality: New trends in immersive technology.

Dincelli, E., & Yayla, A. (2022). Immersive virtual reality in the age of the Metaverse: A hybrid-narrative review based on the technology affordance perspective. The Journal of Strategic Information Systems, 31(2), 101717. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101717

Diodato, R. (2021). Image, Art, Virtuality. In Image, Art and Virtuality: Towards an Aesthetics of Relation (pp. 53-94). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67784-8_3

Diodato, R., & Benso, S. (2012). Aesthetics of the Virtual. https://doi.org/10.1353/book21285

Dionisio, J. D. N., Iii, W. G. B., & Gilbert, R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. ACM Computing Surveys (CSUR), 45(3), 34: 1-38. https://doi.org/10.1145/2480741.2480751

Dixon, S. (2006). A history of virtual reality in performance. International Journal of Performance Arts and Digital Media, 2(1), 23-54. https://doi.org/10.1386/padm.2.1.23/1

Djuraki, A. (2025). The Purpose and Difficulties of Decentralization. In W. Prinz & D. Trauth (Eds), Tokenizing the Future (pp. 85-102). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-91405-8_6

Dolata, M., & Schwabe, G. (2023). What is the Metaverse and who seeks to define it? Mapping the site of social construction. Journal of Information Technology, 38(3), 239-266. https://doi.org/10.1177/02683962231159927

Domínguez, G. M., & Díaz-Soloaga, P. (2025). Luxury Fashion Brands Greenfluence: GUCCI Vault and Valentino Vintage CSR Digital Communications. In L. Costin & L. Barnes (Eds), Fashion Marketing (pp. 389-419). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82571-2_14

Drotner, K., Knudsen, L. V., & Mortenesen, C. H. (2017). Young people's own museum views. Museum Management and Curatorship, 32(5), 456-472. https://doi.org/10.1080/09647775.2017.1368032

Du, H., Ma, B., Niyato, D., Kang, J., Xiong, Z., & Yang, Z. (2023). Rethinking quality of experience for metaverse services: A consumer-based economics perspective. IEEE Network, 37(6), 255-263. https://doi.org/10.1109/MNET.131.2200503

Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W. (2021). Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype. Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia, 153-161. https://doi.org/10.1145/3474085.3479238

Dubbelman, T. (2013). Narratives of being there: Computer games, presence and fictional worlds [PhD Thesis]. Utrecht University.

Dudley, J., Yin, L., Garaj, V., & Kristensson, P. O. (2023). Inclusive Immersion: A review of efforts to improve accessibility in virtual reality, augmented reality and the metaverse. Virtual Reality, 27(4), 2989-3020. https://doi.org/10.1007/s10055-023-00850-8

Dumeva, P., Ma, Y., Florida International University, Marakas, G. M., Florida International University, Aguirre-Urreta, M. I., & Florida International University. (2024). Virtual Presence in Immersive Metaverse-enabling Environments: Being There, Being with Another, and Being the Actual Self. AIS Transactions on Human-Computer Interaction, 16(4), 481-516. https://doi.org/10.17705/1thci.00214

Duncan, C. (2005). Civilizing rituals: Inside public art museums. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203978719

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., & Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. International Journal of Information Management, 66, 102542. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

E.l.f. Beauty launches new makeup game on Roblox. (2025, December 19). Chain Store Age.

Earnshaw, R. A. (2014). Virtual reality systems. Academic press.

Efendioğlu, İ. H. (2023). The Rise of the Non-Fungible Token (NFT) Market in Turkey: The Effect of Social Media Interaction and the Need for Uniqueness on NFT Purchase Intention*. Review of Marketing Science, 21(1), 1-16. https://doi.org/10.1515/roms-2022-0065

Eitzen, D. (2018). The Duties of Documentary in a Post-Truth Society. In C. Brylla & M. Kramer (Eds), Cognitive Theory and Documentary Film (pp. 93-111). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90332-3_6

Elford, D., Lancaster, S. J., & Jones, G. A. (2022). Exploring the Effect of Augmented Reality on Cognitive Load, Attitude, Spatial Ability, and Stereochemical Perception. Journal of Science Education and Technology, 31(3), 322-339. https://doi.org/10.1007/s10956-022-09957-0

Eugeni, R. (Ed.). (2023). Il primo libro di teoria dei media. Giulio Einaudi editore s.p.a.

Evans, L. (2018). The re-emergence of virtual reality. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781351009324

Ewalt, D. M. (2018). Defying reality: The inside story of the virtual reality revolution. Penguin.

Fadel, L. M., & Bizzocchi, J. (2021). Immediacy and Hypermediacy: Mind the oscillation. Design e Tecnologia, 11(22), 31-41. https://doi.org/10.23972/det2021iss22pp31-41

Falchuk, B., Loeb, S., & Neff, R. (2018). The social metaverse: Battle for privacy. IEEE Technology and Society Magazine, 37(2), 52-61. https://doi.org/10.1109/MTS.2018.2826060

Fang, B., Nie, C., & Zheng, E. (2023). Information Asymmetry and Speculation in NFT Platforms. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.4443315

Fang, F., Ventre, C., Basios, M., Kanthan, L., Martinez-Rego, D., Wu, F., & Li, L. (2022). Cryptocurrency trading: A comprehensive survey. Financial Innovation, 8(1), 13. https://doi.org/10.1186/s40854-021-00321-6

Far, S. B., & Rad, A. I. (2022). Applying digital twins in metaverse: User interface, security and privacy challenges. Journal of Metaverse, 2(1), 8-15.

Far, S. B., Rad, A. I., & Asaar, M. R. (2023). Blockchain and its derived technologies shape the future generation of digital businesses: A focus on decentralized finance and the Metaverse. Data Science and Management, 6(3), 183-197. https://doi.org/10.1016/j.dsm.2023.06.002

Festinger, L. (1954). A Theory of Social Comparison Processes. *Human Relations*, *7*(2), 117–140. https://doi.org/10.1177/001872675400700202

Fischer, A. (2022). Architecture as art in metaverse [PhD Thesis]. University of Zurich.

Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., & Orús, C. (2021). Integrating virtual reality devices into the body: Effects of technological embodiment on customer engagement and behavioral intentions toward the destination. In Future of tourism marketing (pp. 79-94). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003176039-8

Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., Orús, C., & Barta, S. (2024). The dark side of the metaverse: The role of gamification in event virtualization. International Journal of Information Management, 75, 102726. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102726

Floridi, L. (2015). Luciano Floridi-Commentary on the Onlife Manifesto. In L. Floridi (Ed.), The Onlife Manifesto (pp. 21-23). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04093-6_4

Fontanille, J., & Zilberberg, C. (1998). Tension et signification. Editions Mardaga.

Fossali, P. B., Colas-Blaise, M., & Dondero, M. G. (2019). La communication à l'épreuve du geste numérique. MEI-Médiation et Information, 47.

Fox, J., Bailenson, J. N., & Tricase, L. (2013). The embodiment of sexualized virtual selves: The Proteus effect and experiences of self-objectification via avatars. Computers in Human Behavior, 29(3), 930-938. https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.027

Freedberg, D., & Gallese, V. (2007). Motion, emotion and empathy in esthetic experience. Trends in Cognitive Sciences, 11(5), 197-203. https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.02.003

Friedman, D., Steed, A., & Slater, M. (2007). Spatial Social Behavior in Second Life. In C. Pelachaud, J.-C. Martin, E. André, G. Chollet, K. Karpouzis, & D. Pelé (Eds), Intelligent Virtual Agents (Vol. 4722, pp. 252-263). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74997-4_23

Fritsch, R., Müller, M., & Wattenhofer, R. (2024). Analyzing voting power in decentralized governance: Who controls DAOs? Blockchain: Research and Applications, 5(3), 100208. https://doi.org/10.1016/j.bcra.2024.100208

Fuchs, P. (2017). Virtual reality headsets-a theoretical and pragmatic approach. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315208244

Fuchs, P., Moreau, G., & Guitton, P. (2011). Virtual reality: Concepts and technologies. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b11612

Furht, B. (2011). Handbook of augmented reality. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6

G, S., Chakraborty, D., Polisetty, A., Khorana, S., & Buhalis, D. (2023). Use of metaverse in socializing: Application of the big five personality traits framework. Psychology & Marketing, 40(10), 2132-2150. https://doi.org/10.1002/mar.21863

Gadalla, E., Keeling, K., & Abosag, I. (2013). Metaverse-retail service quality: A future framework for retail service quality in the 3D internet. Journal of Marketing Management, 29(13-14), 1493-1517. https://doi.org/10.1080/0267257X.2013.835742

Gadekallu, T. R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q. V., & Liyanage, M. (2022). Blockchain for the metaverse: A review. https://doi.org/10.1016/j.future.2023.02.008

Galinsky, A. D., Ku, G., & Wang, C. S. (2005). Perspective-Taking and Self-Other Overlap: Fostering Social Bonds and Facilitating Social Coordination. Group Processes & Intergroup Relations, 8(2), 109-124. https://doi.org/10.1177/1368430205051060

Gallese, V., & Sinigaglia, C. (2011). What is so special about embodied simulation? Trends in Cognitive Sciences, 15(11), 512-519. https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.09.003

Gambetti, E., Fabbri, M., Bensi, L., & Tonetti, L. (2008). A contribution to the Italian validation of the General Decision-making Style Inventory. Personality and Individual Differences, 44(4), 842-852. https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.10.017

Gardiner, W. L. (1993). Virtual reality/cyberspace: Challenges to communication studies. https://doi.org/10.22230/cjc.1993v18n3a762

Garfinkel, H. (2023). Studies in ethnomethodology. In Social Theory Re-Wired (pp. 58-66). Routledge.

Gatti, G. (2022). Inhabited stories: An enactive media archaeology of virtual reality storytelling. NECSUS, 231-257.

Gattullo, M., Laviola, E., Evangelista, A., Fiorentino, M., & Uva, A. E. (2022). Towards the Evaluation of Augmented Reality in the Metaverse: Information Presentation Modes. Applied Sciences, 12(24), 12600. https://doi.org/10.3390/app122412600

Gautam, A., Williams, D., Terry, K., Robinson, K., & Newbill, P. (2018). Mirror Worlds: Examining the Affordances of a Next Generation Immersive Learning Environment. TechTrends, 62(1), 119-125. https://doi.org/10.1007/s11528-017-0233-x

George, A. S., S.Sagayarajan, Yazeed AlMatroudi, & A.S.Hovan George. (2023). IF/THEN Democracy: Exploring the World of Decentralized Autonomous Organizations (DAOs). https://doi.org/10.5281/ZENODO.8051072

Gerhard, M., Moore, D., & Hobbs, D. (2004). Embodiment and copresence in collaborative interfaces. International Journal of Human-Computer Studies, 61(4), 453-480. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.12.014

Geroimenko, V. (2019a). Augmented Reality Games I. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15616-9

Geroimenko, V. (2019b). Augmented Reality Games II. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15620-6

Ghita, C. (2024). Through the Looking Screen: Exploring Familiar Places Through Google Maps Street View. Postdigital Science and Education, 6(3), 978-997. https://doi.org/10.1007/s42438-024-00484-2

Giannini, T., Bowen, J., Michaels, C. A., & Smith, C. H. (2022). Digital art and identity merging human and artificial intelligence: Enter the metaverse. Proceedings of EVA London 2022, 1-7. https://doi.org/10.14236/ewic/EVA2022.1

Giannopulu, I. (2019). Neuroscience, Robotics and Virtual Reality: Internalised vs Externalised Mind/Brain (Vol. 1). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95558-2_1

Gibbs, S. J., Arapis, C., & Breiteneder, C. J. (1999). Teleport-towards immersive copresence. Multimedia Systems, 7(3), 214-221. https://doi.org/10.1007/s005300050123

Gillespie, T. (2018). Custodians of the Internet: Platforms, content moderation, and the hidden decisions that shape social media. Yale University Press. https://doi.org/10.12987/9780300235029

Girden, E. R. (1992). ANOVA: Repeated measures. sage.

Girondini, M., Mariano, M., Stanco, G., Gallace, A., & Zapparoli, L. (2025). Human bodies in virtual worlds: A systematic review of implicit sense of agency and ownership measured in immersive virtual reality environments. Frontiers in Human Neuroscience, 19, 1553574. https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1553574

Goffman, E. (1949). Presentation of self in everyday life. American Journal of Sociology, 55(1), 6-7.

Goffman, E. (1959). The presentation of self in everyday life. Garden City, NY, 259.

Goldberg, L. R. (2002). An Alternative “Description of Personality”: The Big-Five Factor Structure. In *Personality and Personality Disorders*. Routledge.

Goldberg, M. (2025). Geographic Dispersion of Economic Shocks in the Metaverse: Evidence from a Blockchain-Based Virtual World. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.5178385

Goldberg, M., & Schär, F. (2023). Metaverse governance: An empirical analysis of voting within Decentralized Autonomous Organizations. Journal of Business Research, 160, 113764. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113764

Gomes, S. L. R., & Barros, A. R. (2008). Convergence Culture: Where old and new media collide; de Henry Jenkins. RECIIS, 2(1), 165/161. https://doi.org/10.3395/reciis.v2i1.165pt

Gonzalez-Franco, M., & Lanier, J. (2017). Model of Illusions and Virtual Reality. Frontiers in Psychology, 8. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01125

Gorayska, B., Nehaniv, C. L., Marsh, J. P., & Aizu Daigaku (Eds). (1997). Proceedings, Second International Conference on Cognitive Technology: Humanizing the information age, August 25-28, 1997, Aizu-Wakamatsu City, Japan. International Conference on Cognitive Technology, Los Alamitos, Calif. IEEE Computer Society Press.

Gorkhali, A., Li, L., & Shrestha, A. (2020). Blockchain: A literature review. Journal of Management Analytics, 7(3), 321-343. https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1801529

Gotti, D., Codella, R., Vergallito, L., Meloni, A., Arrighi, T., La Torre, A., & Filipas, L. (2025). From Amateur to Professional Cycling: A Case Study on the Training Characteristics of a Zwift Academy Winner. Sports, 13(7), 234. https://doi.org/10.3390/sports13070234

Grabowski, M., Lehmann-Willenbrock, N., Rings, S., Blanchard, A., & Steinicke, F. (2024). Group Dynamics in the Metaverse: A Conceptual Framework and First Empirical Insights. Small Group Research, 55(5), 763-804. https://doi.org/10.1177/10464964241274120

Granata, V. (2025). Being Live in the Metaverse: Recorded Music in the Age of Web 3.0.

Grandi, W. (2023). IMG Journal. Interdisciplinary Journal on Image, Imagery and Imagination.

Grau, O. (2004). Virtual Art: From illusion to immersion. MIT press.

Greengard, S. (2019). Virtual reality. Mit Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11836.001.0001

Grimshaw, M. (2014). The Oxford handbook of virtuality. Oxford University Press.

Grinbaum, A., & Adomaitis, L. (2022). Moral equivalence in the metaverse. NanoEthics, 16(3), 257-270. https://doi.org/10.1007/s11569-022-00426-x

Grossi, G. (2021). La notte dei simulacri: Sogno, cinema, realtà virtuale (Vol. 40). Johan & Levi.

Guegan, J., Buisine, S., Mantelet, F., Maranzana, N., & Segonds, F. (2016). Avatar-mediated creativity: When embodying inventors makes engineers more creative. Computers in Human Behavior, 61, 165-175. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.024

Guidi, B., & Michienzi, A. (2022). Social games and Blockchain: Exploring the Metaverse of Decentraland. 2022 IEEE 42nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW), 199-204. https://doi.org/10.1109/ICDCSW56584.2022.00045

Guidi, B., & Michienzi, A. (2023). From NFT 1.0 to NFT 2.0: A Review of the Evolution of Non-Fungible Tokens. Future Internet, 15(6), 189. https://doi.org/10.3390/fi15060189

Gurrin, C., Smeaton, A. F., & Doherty, A. R. (2014). LifeLogging: Personal Big Data. Foundations and Trends® in Information Retrieval, 8(1), 1-125. https://doi.org/10.1561/1500000033

Gutiérrez, M. A., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). Stepping into virtual reality. Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-117-6

Güven, İ., & Ercan, T. (2022). Determining factors of virtual land value: The case of decentraland. International Technology and Design Symposium.

Haggard, P. (2017). Sense of agency in the human brain. Nature Reviews Neuroscience, 18(4), 196-207. https://doi.org/10.1038/nrn.2017.14

Hair, J. (2009). Multivariate Data Analysis. Faculty Articles. https://digitalcommons.kennesaw.edu/facpubs/2925

Hall, E. T. (1990). The hidden dimension (Repr). Doubleday.

Han, E., Miller, M. R., DeVeaux, C., Jun, H., Nowak, K. L., Hancock, J. T., & Bailenson, J. N. (2023). People, places, and time: A large-scale, longitudinal study of transformed avatars and environmental context in group interaction in the metaverse. Journal of Computer-Mediated Communication, 28(2), zmac031. https://doi.org/10.1093/jcmc/zmac031

Han, E., Miller, M. R., Ram, N., Nowak, K. L., & Bailenson, J. N. (2022). Understanding Group Behavior in Virtual Reality: A Large-Scale, Longitudinal Study in the

Metaverse (SSRN Scholarly Paper No. 4110154). Social Science Research Network. https://papers.ssrn.com/abstract=4110154

Han, J., Heo, J., & You, E. (2021). Analysis of Metaverse Platform as a New Play Culture: Focusing on Roblox and ZEPETO⋆.

Han, M., Wang, X. M., & Kuai, S. G. (2023). Social rather than physical crowding reduces the required interpersonal distance in virtual environments. PsyCh Journal, 12(1), 34-43. https://doi.org/10.1002/pchj.595

Han, Y., & Ho, X. (2024). "More Than Just Playing a Character": Gender Exploration and Expression in Avatar Customization. Games and Culture, 15554120241307982. https://doi.org/10.1177/15554120241307982

Hanlin, M. (2022). Cyberpunk and Cypherpunk: A Philosophical Analysis Comparing Two Views of the Metaverse. In L.-J. Zhang (Ed.), Metaverse - METAVERSE 2022 (Vol. 13737, pp. 81-91). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23518-4_7

Harris, D., Wilson, M., & Vine, S. (2020). Development and validation of a simulation workload measure: The simulation task load index (SIM-TLX). Virtual Reality, 24(4), 557-566. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00422-9

Hart, S. G. (2006). Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 50(9), 904-908. https://doi.org/10.1177/154193120605000909

Hart, S. G. (n.d.). NASA Task Load Index (TLX): Paper and Pencil Package-Volume 1.0.

Hashash, O., Chaccour, C., Saad, W., Sakaguchi, K., & Yu, T. (2023). Towards a decentralized metaverse: Synchronized orchestration of digital twins and sub-metaverses. ICC 2023-IEEE International Conference on Communications, 1905-1910. https://doi.org/10.1109/ICC45041.2023.10279406

Hashem, T., Alotoum, F. J., Allan, M., & Ali, N. (2023). Employing metaverse marketing through gaming and its impact on customer experience: Evidence from multiple online gaming platforms. Calitatea, 24(196), 193-206. https://doi.org/10.47750/QAS/24.196.25

Haslem, W. (2020). teamlab borderless: Bridging borders in simulated ecologies. MAST: The Journal of Media Arts Study and Theory, 1(2), 242-263. https://doi.org/10.59547/26911566.1.2.13

Hassan, S., & De Filippi, P. (2021). Decentralized Autonomous Organization. Internet Policy Review, 10(2). https://doi.org/10.14763/2021.2.1556

Hawaii International Conference on System Sciences 2021. (2021). Hawaii International Conference on System Sciences, Honolulu, HI. University of Hawai'i at Manoa, Hamilton Library.

Hawlitschek, F., Notheisen, B., & Teubner, T. (2018). The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy. Electronic Commerce Research and Applications, 29, 50-63. https://doi.org/10.1016/j.elerap.2018.03.005

He, Y., Buck, L., Rooney, B., & Mcdonnell, R. (2023). Effect of Avatar Clothing and User Personality on Group Dynamics in Virtual Reality. ACM SIGGRAPH Conference on Motion Interaction and Games, 1-8. https://doi.org/10.1145/3623264.3624456

Heilig, M. L. (1962). Sensorama Simulator (Patent No. US3050870A).

Heim, M. (1993). The metaphysics of virtual reality. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195092585.001.0001

Heim, M. (2000). Virtual realism. Oxford University Press.

Heinbach, C., Dreesbach, T., & Thomas, O. (2023). Freight Fleet Glasses-Augmented Reality Einsatz zur Unterstützung eines automatisierten und vernetzten Flottenmanagements. HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik, 60(1), 89-109. https://doi.org/10.1365/s40702-022-00937-x

Hennig-Thurau, T., Aliman, D. N., Herting, A. M., Cziehso, G. P., Linder, M., & Kübler, R. V. (2023). Social interactions in the metaverse: Framework, initial evidence, and research roadmap. Journal of the Academy of Marketing Science, 51(4), 889-913. https://doi.org/10.1007/s11747-022-00908-0

Hinderks, A. (2017). Design and evaluation of a short version of the user experience questionnaire (UEQ-S). International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence.

Hofer, M., Hartmann, T., Eden, A., Ratan, R., & Hahn, L. (2020). The Role of Plausibility in the Experience of Spatial Presence in Virtual Environments. Frontiers in Virtual Reality, 1, 2. https://doi.org/10.3389/frvir.2020.00002

Hogan, B. (2010). The Presentation of Self in the Age of Social Media: Distinguishing Performances and Exhibitions Online. Bulletin of Science, Technology & Society, 30(6), 377-386. https://doi.org/10.1177/0270467610385893

Hooper-Greenhill, E. (2020). Museums and the interpretation of visual culture. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003124450-1

How to Download and Install the Decentraland Client on PC and Mac. (n.d.). Retrieved 22 December 2025, from https://decentraland.org/blog/tutorials

Hu, Y., Thornburg, M., Garcia Armas, M., Ostuni, V., Cocos, A., Kohli, K., Kofler, C., & Saltiel, R. (2025). Cold Starting a New Content Type: A Case Study with Netflix Live. Proceedings of the Nineteenth ACM Conference on Recommender Systems, 927-930. https://doi.org/10.1145/3705328.3748112

Huang, H., Yin, Z., Yang, Q., Li, T., Luo, X., Zhou, L., & Zheng, Z. (2024). Scalability and Security of Blockchain-empowered Metaverse: A Survey. IEEE Open Journal of the Computer Society, 5, 648-659. https://doi.org/10.1109/OJCS.2024.3468445

Huang, T., Li, Y., & Liang, H.-N. (2023). Avatar Type, Self-Congruence, and Presence in Virtual Reality. Proceedings of the Eleventh International Symposium of Chinese CHI, 61-72. https://doi.org/10.1145/3629606.3629614

Huang, Y., Li, Y. J., & Cai, Z. (2023). Security and privacy in metaverse: A comprehensive survey. Big Data Mining and Analytics, 6(2), 234-247. https://doi.org/10.26599/BDMA.2022.9020047

Huang, Z., Choi, D. H., Lai, B., Lu, Z., & Tian, H. (2022). Metaverse-based virtual reality experience and endurance performance in sports economy: Mediating role of mental health and performance anxiety. Frontiers in Public Health, 10, 991489. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.991489

Hudson, J. (2022). Virtual immersive shopping experiences in metaverse environments: Predictive customer analytics, data visualization algorithms, and smart retailing technologies. Linguistic and Philosophical Investigations, 21, 236-251. https://doi.org/10.22381/lpi21202215

Hussain, Z., Khan, A., & Ali, A. (2023). The Impact of User-Generated Content, Social Interactions and virtual Economies on Metaverse Environments. Journal of Sustainable Economics, 1(2), 34-44. https://doi.org/10.32734/jse.v1i2.13798

Hutson, J. (2022). Social virtual reality: Neurodivergence and inclusivity in the metaverse. Societies, 12(4), 102. https://doi.org/10.3390/soc12040102

Hwang, G. J., & Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. Computers and Education: Artificial Intelligence, 3, 100082. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082

Hwang, S., & Koo, G. (2023). Art marketing in the metaverse world: Evidence from South Korea. Cogent Social Sciences, 9(1), 2175429. https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2175429

Iannello, P. (2007). Stili cognitivi e decisionali: Il ruolo dell'attività lavorativa. Imparare, 4, 39-62.

Idelberger, F., & Mezei, P. (2022). Non-fungible tokens. Internet Policy Review, 11(2). https://doi.org/10.14763/2022.2.1660

Iosa, M., Bini, F., Marinozzi, F., Antonucci, G., Pascucci, S., Baghini, G., & Tieri, G. (2022). Inside the Michelangelo effect: The role of art and aesthetic attractiveness on perceived fatigue and hand kinematics in virtual painting. PsyCh Journal, 11(5), 748-754. https://doi.org/10.1002/pchj.606

Ismail, A. R. (2023). Virtual shopping in the metaverse: How brand engagement in self-concept influence brand loyalty. https://doi.org/10.2139/ssrn.4494222

Ivry, R. B., & Schlerf, J. E. (2008). Dedicated and intrinsic models of time perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *12*(7), 273–280. https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.04.002

Jeffri, N. F. S., & Awang Rambli, D. R. (2021). A review of augmented reality systems and their effects on mental workload and task performance. Heliyon, 7(3), e06277. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06277

Jenkins, H. (2004). The Cultural Logic of Media Convergence. International Journal of Cultural Studies, 7(1), 33-43. https://doi.org/10.1177/1367877904040603

Jenkins, H. (2014). Transmedia storytelling and entertainment: An annotated syllabus. In Entertainment industries (pp. 145-160). Routledge. https://doi.org/10.1080/10304312.2010.510599

Jenkins, H. (2017). Adaptation, extension, transmedia. Literature/Film Quarterly, 45(2).

Jenkins, H., Ford, S., & Green, J. (2020). Spreadable Media: Creating Value and Meaning in a Networked Culture. New York University Press. https://doi.org/10.18574/nyu/9780814743515.001.0001

Jeong, H., Yi, Y., & Kim, D. (2022). An innovative e-commerce platform incorporating metaverse to live commerce. International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 18(1), 221-229.

Jeong, J., Lee, G. A., Yang, H.-J., Kim, S.-H., Shin, J., Suh, G., Kang, S., & Kim, S. (2025). Three Techniques for Enhancing Emotional Expression on Embodied Avatar Face in

VR. 2025 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 23-33. https://doi.org/10.1109/ISMAR67309.2025.00016

Jerald, J. (2015). The VR book: Human-centered design for virtual reality. Morgan & Claypool. https://doi.org/10.1145/2792790

Ji, G., Msigwa, C., Bernard, D., Lee, G., Woo, J., & Yun, J. (2023). Health24: Health-related Data Collection from Wearable and Mobile Devices in Everyday Lives. 2023 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp), 336-337. https://doi.org/10.1109/BigComp57234.2023.00074

Jia, A. L., Shen, S., Bovenkamp, R. V. D., Iosup, A., Kuipers, F., & Epema, D. H. J. (2015). Socializing by Gaming: Revealing Social Relationships in Multiplayer Online Games. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data, 10(2), 1-29. https://doi.org/10.1145/2736698

Jiaxin, L., & Gongjing, G. (2022). Socializing in the Metaverse: The Innovation and Challenge of Interpersonal Communication: 2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2022), Chongqing, China. https://doi.org/10.2991/assehr.k.220504.385

Jin, H., Hwang, J., Luo, B., Kim, T., & Sung, Y. (2022). Licensing effect of pro-environmental behavior in metaverse. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 25(11), 709-717. https://doi.org/10.1089/cyber.2021.0320

Jin, W., Sun, Y., Wang, N., & Zhang, X. (2017). Why users purchase virtual products in MMORPG? An integrative perspective of social presence and user engagement. Internet Research, 27(2), 408-427. https://doi.org/10.1108/IntR-04-2016-0091

Jo, H., Park, S., Jeong, J., Yeon, J., & Lee, J. K. (2025). Metaverse gaming: Analyzing the impact of self-expression, achievement, social interaction, violence, and difficulty. Behaviour & Information Technology, 44(4), 749-763. https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2341059

John, K., Rivera, T. J., & Saleh, F. (2025). Proof-of-Work versus Proof-of-Stake: A Comparative Economic Analysis. The Review of Financial Studies, 38(7), 1955-2004. https://doi.org/10.1093/rfs/hhaf013

Jones, L. (2018). Haptics. MIT press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11014.001.0001

Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. British Journal of Applied Science & Technology, 7(4), 396-403. https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975

Joyeux-Prunel, B. (2024). Digital humanities in the era of digital reproducibility: Towards a fairest and post-computational framework. International Journal of Digital Humanities, 6(1), 23-43. https://doi.org/10.1007/s42803-023-00079-6

Jung, T., & tom Dieck, M. C. (2018). Augmented reality and virtual reality. Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3

Kalyvaki, M. (2023). Navigating the metaverse business and legal challenges: Intellectual property, privacy, and jurisdiction. Journal of Metaverse, 3(1), 87-92. https://doi.org/10.57019/jmv.1238344

Kang, A. S. (n.d.). Hoop Dreams: NBA Basketball Spectatorship in Virtual Reality. This Anthology of Student Writing Is Made Possible through the Generous Support of the Faculty of Creative and Critical Studies and the College of Graduate Studies at the University of British Columbia, Okanagan Campus. Cover Art by Mehnaz Tabassum. Edited by Dana Penney and Deserae Gogel, and Associate Editors Mehnaz Tabassum and Kyla, 125.

Kang, Y. (2024). NFT and the Future of Art [PhD Thesis]. Sotheby's Institute of Art-New York.

Kao, D., & Harrell, D. F. (2015). Toward avatar models to enhance performance and engagement in educational games. 2015 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG), 246-253. https://doi.org/10.1109/CIG.2015.7317959

Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2009). The fairyland of Second Life: Virtual social worlds and how to use them. Business Horizons, 52(6), 563-572. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.07.002

Karaarslan, E., & Yazici Yilmaz, S. (2023). Metaverse and Decentralization. In F. S. Esen, H. Tinmaz, & M. Singh (Eds), Metaverse (Vol. 133, pp. 31-44). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4641-9_3

Karaoglu, B., & Heinzelman, W. (2010). Multicasting vs. Broadcasting: What Are the Trade-Offs? 2010 IEEE Global Telecommunications Conference GLOBECOM 2010, 1-5. https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2010.5683610

Karl, D., Soderquist, K. A., Farhi, M., Grant, A. H., Pekarek Krohn, D. R., & Murphy, B. (2019). 2019 augmented and virtual reality survey report. Perkins Coie LLP.

Kelty, C. M. (2008). Two bits: The cultural significance of free software. In Two Bits. Duke University Press. https://doi.org/10.1215/9780822389002

Kemec, A. (2022). From reality to virtuality: Re-discussing cities with the concept of the metaverse. International Journal of Management and Accounting, 4(1), 12-20. https://doi.org/10.34104/ijma.022.0120020

Khaiyam, A., Battersby, L., Porter, E., De Oliveira, A. C., & Sadiq, S. (2025). Team-Based Learning in the Meta Horizon Workroom: A Pilot Study on Its Potential Effectiveness for Pharmacology Teaching. Pharmacology Research & Perspectives, 13(5), e70170. https://doi.org/10.1002/prp2.70170

Khan, D., Jung, L. T., Ahmed Hashmani, M., & Waqas, A. (2020). A Critical Review of Blockchain Consensus Model. 2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), 1-6. https://doi.org/10.1109/iCoMET48670.2020.9074107

Khan, S. W., Raza, S. H., & Zaman, U. (2022). Remodeling digital marketplace through Metaverse: A multi-path model of consumer neuroticism, parasocial relationships, social media influencers credibility, and ppenness to Metaverse experience. Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS), 16(3), 337-365. https://doi.org/10.64534/Commer.2022.103

Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The Sense of Embodiment in Virtual Reality. Presence Teleoperators & Virtual Environments, 21. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00124

Kim, D. Y., & Lee, H. K. (2025). "I am wearing what my avatar is wearing": The effect of avatar realism on mental simulation in the metaverse. Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal, 29(5), 895-914. https://doi.org/10.1108/JFMM-04-2024-0116

Kim, D. Y., Choi, D., Yoon, N., & Lee, H. K. (2025). The feeling of being together in the metaverse: The positive influence of copresence on subjective well-being. Journal of Research in Interactive Marketing, 19(2), 287-306. https://doi.org/10.1108/JRIM-07-2023-0234

Kim, D. Y., Lee, H. K., & Chung, K. (2023). Avatar-mediated experience in the metaverse: The impact of avatar realism on user-avatar relationship. Journal of Retailing and Consumer Services, 73, 103382. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103382

Kim, H. S., & King, D. L. (2020). Gambling-gaming convergence: New developments and future directions. International Gambling Studies, 20(3), 373-379. https://doi.org/10.1080/14459795.2020.1822905

Kim, H., & Lee, H. (2023). Performing arts metaverse: The effect of perceived distance and subjective experience. Computers in Human Behavior, 146, 107827. https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107827

Kim, H., Park, J., & Lee, I.-K. (2023). "To be or Not to be Me?": Exploration of Self-Similar Effects of Avatars on Social Virtual Reality Experiences. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 29(11), 4794-4804. https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3320240

Kim, J. (2015). The origin of the see-through graphical interface: World War II aircraft gunsights and the status of the material in early computer interface design. Convergence, 21(2), 213-227. https://doi.org/10.1177/1354856514543249

Kim, J. (2021). Advertising in the metaverse: Research agenda. Journal of Interactive Advertising, 21(3), 141-144. https://doi.org/10.1080/15252019.2021.2001273

Kim, J. G. (2021). A study on metaverse culture contents matching platform. International Journal of Advanced Culture Technology, 9(3), 232-237. https://doi.org/10.17703/IJACT.2021.9.3.232

Kim, J. W. (2016). Rupture of the Virtual.

Kim, K. (2025). Understanding Customer Needs and Preferences in Head-mounted Display Virtual Reality Experiences. South African Journal of Industrial Engineering, 36(2). https://doi.org/10.7166/36-2-3171

Kim, N. Y., & Kastner, S. (2019). A biased competition theory for the developmental cognitive neuroscience of visuo-spatial attention. *Current Opinion in Psychology*, *29*, 219–228. https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.03.017

Kim, Y. M., Rhiu, I., & Yun, M. H. (2020). A Systematic Review of a Virtual Reality System from the Perspective of User Experience. International Journal of Human-Computer Interaction, 36(10), 893-910. https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1699746

Kinkhabwala, A. A., Gu, Y., Aronov, D., & Tank, D. W. (2020). Visual cue-related activity of cells in the medial entorhinal cortex during navigation in virtual reality. Elife, 9, e43140. https://doi.org/10.7554/eLife.43140

Kittler, F. A. (2023). The Truth of the Technological World: Essays on the Genealogy of Presence. Stanford University Press.

Klein, A., Sørensen, C., De Freitas, A. S., Pedron, C. D., & Elaluf-Calderwood, S. (2020). Understanding controversies in digital platform innovation processes: The Google Glass case. Technological Forecasting and Social Change, 152, 119883. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119883

Kliestik, T., Novak, A., & Lăzăroiu, G. (2022). Live shopping in the metaverse: Visual and spatial analytics, cognitive artificial intelligence techniques and algorithms, and immersive digital simulations. Linguistic and Philosophical Investigations, 21, 187-202. https://doi.org/10.22381/lpi21202212

Kocur, M., Kloss, M., Schaufler, C., Schwind, V., & Henze, N. (2025). Investigating the Impact of Customized Avatars and the Proteus Effect during Physical Exercise in Virtual Reality. Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-18. https://doi.org/10.1145/3706598.3713203

Korkiakoski, M., Sheikhi, S., Tapio, K., Nyman, J., Saariniemi, J., & Kostakos, P. (2025). An Empirical Evaluation of Ai-Powered Non-Player Characters' Perceived Realism and Performance in Virtual Reality Environments. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.5148461

Kosch, T., Karolus, J., Zagermann, J., Reiterer, H., Schmidt, A., & Woźniak, P. W. (2023). A Survey on Measuring Cognitive Workload in Human-Computer Interaction. ACM Computing Surveys, 55(13s), 1-39. https://doi.org/10.1145/3582272

Kozinets, R. V. (2023). Immersive netnography: A novel method for service experience research in virtual reality, augmented reality and metaverse contexts. Journal of Service Management, 34(1), 100-125. https://doi.org/10.1108/JOSM-12-2021-0481

Kreijns, K., Xu, K., & Weidlich, J. (2022). Social Presence: Conceptualization and Measurement. Educational Psychology Review, 34(1), 139-170. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09623-8

Ksibi, A., Alluhaidan, A. S. D., Salhi, A., & El-Rahman, S. A. (2021). Overview of Lifelogging: Current Challenges and Advances. IEEE Access, 9, 62630-62641. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3073469

Kudina, O., & Verbeek, P. P. (2019). Ethics from within: Google Glass, the Collingridge dilemma, and the mediated value of privacy. Science, Technology, & Human Values, 44(2), 291-314. https://doi.org/10.1177/0162243918793711

Kujala, T., & Saariluoma, P. (2018). Cognitive Mimetics for Designing Intelligent Technologies. Advances in Human-Computer Interaction, 2018, 1-9. https://doi.org/10.1155/2018/9215863

Kumar, A., Shankar, A., Indian Institute of Management Visakhapatnam, Behl, A., Keele University, Zhang, J. Z., & University of North Florida. (2024). Stepping into the Metaverse and Unlocking the Power of Interactivity: Examining the Impact of

Metaverse Platform Attributes on User Engagement. AIS Transactions on Human-Computer Interaction, 16(4), 517-542. https://doi.org/10.17705/1thci.00215

Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations. Journal of Educational Evaluation for Health Professions, 18. https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32

Lakkaraju, K., Sukthankar, G., & Wigand, R. T. (2018). Social interactions in virtual worlds: An interdisciplinary perspective. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316422823

Lam, K. Y., Yang, L., Alhilal, A., Lee, L.-H., Tyson, G., & Hui, P. (2022). Human-Avatar Interaction in Metaverse: Framework for Full-Body Interaction. Proceedings of the 4th ACM International Conference on Multimedia in Asia, 1-7. https://doi.org/10.1145/3551626.3564936

Lanier, J. (2017). Dawn of the new everything: A journey through virtual reality. Random House.

Lanier, J. (2019). L'alba del nuovo tutto: Il futuro della realtà virtuale. Il Saggiatore.

Lanier, J., & Biocca, F. (1992). An insider's view of the future of virtual reality. Journal of Communication, 42(4), 150-172. https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00816.x

Larivière-Bastien, D., Aubuchon, O., Blondin, A., Dupont, D., Libenstein, J., Séguin, F., Tremblay, A., Zarglayoun, H., Herba, C. M., & Beauchamp, M. H. (2022). Children's perspectives on friendships and socialization during the COVID-19 pandemic: A qualitative approach. Child: Care, Health and Development, 48(6), 1017-1030. https://doi.org/10.1111/cch.12998

Lau, A. S., Wu, J., Ma, P., & Lee, H. (2025). Using artificial intelligence, ontology, and 3D visualization in the metaverse for improving collaborative work and collective intelligence. The International Journal of Entrepreneurship and Innovation, 26(1), 66-84. https://doi.org/10.1177/14657503241313362

Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group, 63-76. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6

LaValle, S. M. (2023). Virtual reality. Cambridge university press. https://doi.org/10.1017/9781108182874

Le Roux, W. (2010). The use of augmented reality in command and control situation awareness. Scientia Militaria: South African Journal of Military Studies, 38(1). https://doi.org/10.5787/38-1-82

Le, X. C. (2025). What determines learners' active participation in Metaverse-based learning in an emerging market. Library Hi Tech. https://doi.org/10.1108/LHT-06-2024-0300

Lee, A. T. (2017). Vehicle simulation: Perceptual fidelity in the design of virtual environments. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b22297

Lee, C. T., Li, Z., & Shen, Y.-C. (2024). Building bonds: An examination of relational bonding in continuous content contribution behaviors on metaverse-based non-fungible token platforms. Internet Research, 34(6), 2057-2095. https://doi.org/10.1108/INTR-11-2022-0883

Lee, E. (2021). The Bored Ape Business Model: Decentralized Collaboration via Blockchain and NFTs. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.3963881

Lee, H.-W., Chang, K., Uhm, J.-P., & Owiro, E. (2023). How Avatar Identification Affects Enjoyment in the Metaverse: The Roles of Avatar Customization and Social Engagement. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 26(4), 255-262. https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0257

Lee, I., Sung, Y.-M., & Kim, T. (2022). The Expanding Role of Metaverse Platform in College Education (No. 10). ICIC International 学会. https://doi.org/10.24507/icicelb.13.10.1037

Lee, J., & Kwon, K. H. (2022). Novel pathway regarding good cosmetics brands by NFT in the metaverse world. Journal of Cosmetic Dermatology, 21(12), 6584-6593. https://doi.org/10.1111/jocd.15277

Lee, J., Lee, T. S., Lee, S., Jang, J., Yoo, S., Choi, Y., & Park, Y. R. (2022). Development and application of a metaverse-based social skills training program for children with autism spectrum disorder to improve social interaction: Protocol for a randomized controlled trial. JMIR Research Protocols, 11(6), e35960. https://doi.org/10.2196/35960

Lee, L. H., Lin, Z., Hu, R., Gong, Z., Kumar, A., Li, T., & Hui, P. (2021). When creators meet the metaverse: A survey on computational arts. https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.13486

Lee, L., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C., & Hui, P. (2024). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction, 18(2-3), 100-337. https://doi.org/10.1561/1100000095

Lee, S., & Kim, E. (2020). Influencer marketing on Instagram: How sponsorship disclosure, influencer credibility, and brand credibility impact the effectiveness of Instagram promotional post. *Journal of Global Fashion Marketing*, *11*(3), 232–249. https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1752766

Lee, U. K., & Kim, H. (2022). UTAUT in metaverse: An "Ifland" case. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 17(2), 613-635. https://doi.org/10.3390/jtaer17020032

Lee, W. M. (2023). Using the MetaMask crypto-wallet. In Beginning Ethereum Smart Contracts Programming: With Examples in Python, Solidity, and JavaScript (pp. 111-144). CA: Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9271-6_5

Lee, Y., & Kim, S. I. (2023). A Case Study on Utilizing of NFT for Sports Brand: Focusing on Nike. Journal of Digital Art Engineering and Multimedia, 10(4), 521-530. https://doi.org/10.29056/jdaem.2023.12.08

Leeuw, E. D. de, Hox, J. J., Dillman, D. A., & Leeuw, E. D. de (with European Association of Methodology). (2009). International handbook of survey methodology (Repr). Psychology Press.

Li, B. J., & Lwin, M. O. (2016). Player see, player do: Testing an exergame motivation model based on the influence of the self avatar. Computers in Human Behavior, 59, 350-357. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.034

Li, J., & Chen, J. (2009). A mannequin modeling method based on section templates and silhouette control. International Journal of Clothing Science and Technology, 21(5), 300-310. https://doi.org/10.1108/09556220910983795

Li, J., Ma, W., Zhang, M., Wang, P., Liu, Y., & Ma, S. (2021). Know Yourself: Physical and Psychological Self-Awareness With Lifelog. Frontiers in Digital Health, 3, 676824. https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.676824

Li, J., Qin, R., & Wang, F.-Y. (2023). The Future of Management: DAO to Smart Organizations and Intelligent Operations. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 53(6), 3389-3399. https://doi.org/10.1109/TSMC.2022.3226748

Li, S., & Chen, Y. (2024). Governing decentralized autonomous organizations as digital commons. Journal of Business Venturing Insights, 21, e00450. https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2024.e00450

Li, T., Yang, C., Yang, Q., Lan, S., Zhou, S., Luo, X., Huang, H., & Zheng, Z. (2023). Metaopera: A Cross-Metaverse Interoperability Protocol. IEEE Wireless Communications, 30(5), 136-143. https://doi.org/10.1109/MWC.011.2300042

Li, W., Wu, L., Wang, C., Xue, J., Hu, W., Li, S., & Cao, D. (2022). Intelligent cockpit for intelligent vehicle in metaverse: A case study of empathetic auditory regulation of human emotion. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 53(4), 2173-2187. https://doi.org/10.1109/TSMC.2022.3229021

Liang, H., Li, J., Wang, Y., Pan, J., Zhang, Y., & Dong, X. (2023). Metaverse virtual social center for elderly communication in time of social distancing. Virtual Reality & Intelligent Hardware, 5(1), 68-80. https://doi.org/10.1016/j.vrih.2022.07.007

Liberati, N. (2020). The Borg-eye and the We-I. The production of a collective living body through wearable computers. AI & Society, 35(1), 39-49. https://doi.org/10.1007/s00146-018-0840-x

Liberatore, M. J., & Wagner, W. P. (2021). Virtual, mixed, and augmented reality: A systematic review for immersive systems research. Virtual Reality, 25(3), 773-799. https://doi.org/10.1007/s10055-020-00492-0

Lickel, B., Hamilton, D. L., Wieczorkowska, G., Lewis, A., Sherman, S. J., & Uhles, A. N. (2000). Varieties of groups and the perception of group entitativity. Journal of Personality and Social Psychology, 78(2), 223. https://doi.org/10.1037/0022-3514.78.2.223

Lim, S., Yeo, M., & Yoon, G. (2019). Comparison between Concentration and Immersion Based on EEG Analysis. Sensors, 19(7), 1669. https://doi.org/10.3390/s19071669

Lister, M., Dovey, J., Giddings, S., Grant, I., & Kelly, K. (2008). New media: A critical introduction. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203884829

Littlejohn, S. W. (1977). Symbolic interactionism as an approach to the study of human communication. Quarterly Journal of Speech, 63(1), 84-91. https://doi.org/10.1080/00335637709383369

Liu, J., & Zhang, M. (2024). Formation mechanism of consumers' purchase intention in multimedia live platform: A case study of taobao live. *Multimedia Tools and Applications*, *83*(2), 3657–3680. https://doi.org/10.1007/s11042-023-15666-6

Liu, S., Haque, K. I., & Yumak, Z. (2025). 'I don't like my avatar': Investigating Human Digital Doubles. Proceedings of the 2025 18th ACM SIGGRAPH Conference on Motion, Interaction, and Games, 1-12. https://doi.org/10.1145/3769047.3769061

Liu, Y. (2025). The proteus effect: Overview, reflection, and recommendations. Games and Culture, 20(3), 384-400. https://doi.org/10.1177/15554120231202175

Livingston, M. A., Rosenblum, L. J., Brown, D. G., Schmidt, G. S., Julier, S. J., Baillot, Y., & Maassel, P. (2011). Military applications of augmented reality. In Handbook of augmented reality (pp. 671-706). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_31

Lombard, M., Biocca, F., Freeman, J., IJsselsteijn, W., & Schaevitz, R. J. (2015). Immersed in media: Telepresence theory, measurement & technology. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10190-3

Longo, M. C., & Faraci, R. (2023). Next-generation museum: A metaverse journey into the culture. Sinergie Italian Journal of Management, 41(1), 147-176. https://doi.org/10.7433/s120.2023.08

Lopez, D. (2023). The NBA Leads the Way Into the Metaverse. https://dylanlopez38.wordpress.com/wp-content/uploads/2023/07/dylan-lopez-nba-and-meta.pdf

López-Cepeda, A. M., Costa-Sánchez, C., & Dragomir, M. (2025). Governance Models in Public Service Media: Participation, Reputation, and Sustainability in the Era of Platformization. Taylor & Francis. https://doi.org/10.4324/9781003622512

Lübbing, L., Kojić, T., Möller, S., & Voigt-Antons, J.-N. (2023). Embedding Self-Assessment Manikins in Mobile Augmented Reality Applications. In J. Y. C. Chen & G. Fragomeni (Eds), Virtual, Augmented and Mixed Reality (Vol. 14027, pp. 359-371). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35634-6_25

Maad, S. (2010). Augmented reality. BoD-Books on Demand. https://doi.org/10.5772/126

MacDorman, K. F., & Chattopadhyay, D. (2016). Reducing consistency in human realism increases the uncanny valley effect; increasing category uncertainty does not. Cognition, 146, 190-205. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.09.019

Magnor, M., & Sorkine-Hornung, A. (2020). Real VR-Immersive Digital Reality: How to Import the Real World into Head-Mounted Immersive Displays (Vol. 11900). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41816-8

Maity, M., Dass, M., & Kumar, P. (2018). The impact of media richness on consumer information search and choice. Journal of Business Research, 87, 36-45. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.02.003

Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of taking a virtual field trip in immersive virtual reality: Evidence for the immersion principle in multimedia learning. Educational Psychology Review, 34(3), 1771-1798. https://doi.org/10.1007/s10648-022-09675-4

Maksymyuk, T., Gazda, J., Bugar, G., Gazda, V., Liyanage, M., & Dohler, M. (2022). Blockchain-empowered service management for the decentralized metaverse of things. IEEE Access, 10, 99025-99037. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3205739

Malafouris, L. (2019). Mind and material engagement. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 18(1), 1-17. https://doi.org/10.1007/s11097-018-9606-7

Manovich, L. (2001). The language of new media. https://doi.org/10.22230/cjc.2002v27n1a1280

Mantovani, G., & Riva, G. (1999). "Real" presence: How different ontologies generate different criteria for presence, telepresence, and virtual presence. Presence, 8(5), 540-550. https://doi.org/10.1162/105474699566459

Mäntymäki, M., & Salo, J. (2013). Purchasing behavior in social virtual worlds: An examination of Habbo Hotel. International Journal of Information Management, 33(2), 282-290. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2012.12.002

Marr, B. (2021). Extended reality in practice: 100+ amazing ways virtual, augmented and mixed reality are changing business and society. John Wiley & Sons.

Marrone, G. (2021). Tecnologie e valori dello sguardo. Occhiali e discorsività. TESTI E ATTI, 14, 257-284.

Martin Coesel, A., Biancardi, B., & Buisine, S. (2024). A theoretical review of the Proteus effect: Understanding the underlying processes. Frontiers in Psychology, 15, 1379599. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1379599

Maselli, A., & Slater, M. (2014). Sliding perspectives: Dissociating ownership from self-location during full body illusions in virtual reality. Frontiers in Human Neuroscience, 8. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00693

Mateer, J. (2017). Directing for Cinematic Virtual Reality: How the traditional film director's craft applies to immersive environments and notions of presence. Journal of Media Practice, 18(1), 14-25. https://doi.org/10.1080/14682753.2017.1305838

McGivney, E. (2025). Interactivity and identity impact learners' sense of agency in virtual reality field trips. British Journal of Educational Technology, 56(1), 410-434. https://doi.org/10.1111/bjet.13513

McMahan, A., & Buckland, W. (2005). The Cognitive Semiotics of Virtual Reality. Virtual Reality International, an Affiliated Conference of the Human Computer Interaction (HCI) International Conference.

McMahan, R. P., Lai, C., & Pal, S. K. (2016). Interaction Fidelity: The Uncanny Valley of Virtual Reality Interactions. In S. Lackey & R. Shumaker (Eds), Virtual, Augmented and Mixed Reality (Vol. 9740, pp. 59-70). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39907-2_6

Mead, G. H. (1934). Mind, self, and society from the standpoint of a social behaviorist.

Mealy, P. (2018). Virtual & augmented reality for dummies. John Wiley & Sons.

Mehta, H., Kanani, P., & Lande, P. (2019). Google Maps. International Journal of Computer Applications, 178(8), 41-46. https://doi.org/10.5120/ijca2019918791

Meikle, G., & Young, S. (2017). Media convergence.

Mekacher, A., Bracci, A., Nadini, M., Martino, M., Alessandretti, L., Aiello, L. M., & Baronchelli, A. (2022a). Heterogeneous rarity patterns drive price dynamics in NFT collections. https://doi.org/10.1038/s41598-022-17922-5

Mekacher, A., Bracci, A., Nadini, M., Martino, M., Alessandretti, L., Aiello, L. M., & Baronchelli, A. (2022b). How rarity shapes the NFT market. arXiv Preprint arXiv:2204.10243, 9. https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.10243

Memon, M. A., T., R., Cheah, J.-H., Ting, H., Chuah, F., & Cham, T. H. (2021). PLS-SEM STATISTICAL PROGRAMS: A REVIEW. Journal of Applied Structural Equation Modeling, 5(1), i-xiv. https://doi.org/10.47263/JASEM.5(1)06

Mennecke, B. E., Triplett, J. L., Hassall, L. M., & Conde, Z. J. (2010). Embodied social presence theory. 2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences, 1-10. https://doi.org/10.1109/HICSS.2010.179

Mennecke, B. E., Triplett, J. L., Hassall, L. M., Conde, Z. J., & Heer, R. (2011). An Examination of a Theory of Embodied Social Presence in Virtual Worlds. Decision Sciences, 42(2), 413-450. https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2011.00317.x

Merleau-Ponty, M., Landes, D., Carman, T., & Lefort, C. (2013). Phenomenology of perception. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203720714

Metaverso Leonardo. (n.d.). Retrieved 22 December 2025, from https://www.leonardo.com/it/careers/leonardo-metaverse-open

Metrick-Chen, L. (2015). Augmented Reality Art: From an Emerging Technology to a Novel Creative Medium. https://doi.org/10.1080/21502552.2015.1010842

Metzinger, T. K. (2018). Why is virtual reality interesting for philosophers? Frontiers in Robotics and AI, 5, 101. https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00101

Meyer, U., Draheim, S., & Von Luck, K. (2019). A Model for Sensorimotor Affordances in Virtual Reality Environments. 2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), 1-4. https://doi.org/10.1109/VS-Games.2019.8864514

Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (2014). Virtual reality technology and applications. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6910-6

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.

Milián, O. (2019). Remediation and Mediamachia in Ekphrases. Primerjalna Knjizevnost, 42(2), 15-34.

MiTra, S. (2023). Metaverse: A Potential Virtual-Physical Ecosystem for Innovative Blended Education and Training. Journal of Metaverse, 3(1), 66-72. https://doi.org/10.57019/jmv.1168056

Mohamed, K. S. (2023). Deep Learning for Spatial Computing: Augmented Reality and Metaverse "the Digital Universe". In K. S. Mohamed, Deep Learning-Powered Technologies (pp. 131-150). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35737-4_4

Momtaz, P. P. (2022). Some very simple economics of web3 and the metaverse. FinTech, 1(3), 225-234. https://doi.org/10.3390/fintech1030018

Montagna, L. (2022). Metaverso: Noi e il Web 3.0. Mondadori.

Montani, P. (2020). Emozioni dell'intelligenza. Un percorso nel sensorio digitale. Meltemi.

Mori, M., MacDorman, K., & Kageki, N. (2012). The uncanny valley [from the field]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 19(2), 98-100. https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811

Moritzen, K. (2022). Opening Up Virtual Mosh Pits. Journal of Sound and Music in Games, 3(2-3), 115-140. https://doi.org/10.1525/jsmg.2022.3.2-3.115

Morley, N. (2022). Image Processing Computational Algorithms, Movement and Behavior Tracking Tools, and Virtual Retail Algorithms in a Real-Time Interoperable Decentralized Metaverse. Economics, Management & Financial Markets, 17(3). https://doi.org/10.22381/emfm17320225

Morris, C. W. (1934). George Herbert Mead, Mind, Self and Society. Chicago: University of Chicago Press. https://people.wku.edu/steve.groce/mindselfandsociety.pdf

Moser, M. A., & MacLeod, D. (1996). Immersed in Technology: Art and Virtual Environments. Leonardo, 29(3), 235-238. https://doi.org/10.2307/1576254

Muhammad Sohail Jafar, R., Ahmad, W., & Chen, Y. (2024). Metaverse in Human Behavior: The Role of Telepresence and Flow Experience on Consumers' Shopping Behavior in the Metaverse. Sage Open, 14(2), 21582440241261256. https://doi.org/10.1177/21582440241261256

Mullins, P. (2022). Jakob von Uexküll: The Discovery of the Umwelt between Biosemiotics and Theoretical Biology by Carlo Brentari. Tradition and Discovery: The Polanyi Society Periodical, 48(1), 52-53. https://doi.org/10.5840/traddisc20224816

Murray, J. H. (1997). Hamlet on the Holodeck. MIT Press. https://doi.org/10.1057/9780230376755_4

Mustafa, B. (2022). Analyzing education based on metaverse technology. Technium Soc. Sci. J., 32, 278. https://doi.org/10.47577/tssj.v32i1.6742

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. Encyclopedia, 2(1), 486-497. https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031

Nagta, A., Sheena, Sharma, B., & Sharma, A. (Eds). (2022). International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems: ICACRS - 2022: 13-15 December 2022: proceedings. IEEE International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems, Piscataway, NJ. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICACRS55517.2022

Nah, F. F.-H., Eschenbrenner, B., & Chen, L. (2025). Flowing together or alone: Impact of collaboration in the metaverse. Decision Support Systems, 188, 114346. https://doi.org/10.1016/j.dss.2024.114346

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [White paper]. Bitcoin.org. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

Nakamoto, S. (2014). The book of Satoshi: The collected writings of Bitcoin creator Satoshi Nakamoto (P. C. Champagne, Ed.). Phil Champagne.

Nakavachara, V., & Saengchote, K. (2022a). Does unit of account affect willingness to pay? Evidence from metaverse LAND transactions. Finance Research Letters, 49, 103089. https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103089

Nakavachara, V., & Saengchote, K. (2022b). Is Metaverse LAND a good investment? It depends on your unit of account! https://doi.org/10.2139/ssrn.4028587

Nakul, E., Orlando-Dessaints, N., Lenggenhager, B., & Lopez, C. (2020). Measuring perceived self-location in virtual reality. Scientific Reports, 10(1), 6802. https://doi.org/10.1038/s41598-020-63643-y

Nannipieri, O. (2017). Du réel au virtuel: Les paradoxes de la présence.

Narayanamma, K. L., Nagpal, A., Adnan, K., Mahenderreddy, M., & Raju, K. B. (2024). Metaverse-Based Virtual Workspace to Support Team Collaboration in the Laboratory: In R. Bansal & R. Lampou (Eds), Advances in Human Resources Management and Organizational Development (pp. 99-116). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6839-8.ch006

Negrón, A. P. P., López, G. L., & Aguirre, H. R. O. (2020). Virtual reality designs. CRC Press, Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.1201/9781003019589

Newman, M., Gatersleben, B., Wyles, K. J., & Ratcliffe, E. (2022). The use of virtual reality in environment experiences and the importance of realism. Journal of Environmental Psychology, 79, 101733. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101733

Ng, D. T. K. (2022). What is the metaverse? Definitions, technologies and the community of inquiry. Australasian Journal of Educational Technology, 38(4), 190-205. https://doi.org/10.14742/ajet.7945

Ng, R., & Lindgren, R. (2013). Examining the effects of avatar customization and narrative on engagement and learning in video games. Proceedings of CGAMES'2013 USA, 87-90. https://doi.org/10.1109/CGames.2013.6632611

Nica, E., Poliak, M., Popescu, G. H., & Pârvu, I. A. (2022). Decision intelligence and modeling, multisensory customer experiences, and socially interconnected virtual services across the metaverse ecosystem. Linguistic and Philosophical Investigations, 21, 137-153. https://doi.org/10.22381/lpi2120229

Nielsen, L. T., Møller, M. B., Hartmeyer, S. D., Ljung, T. C. M., Nilsson, N. C., Nordahl, R., & Serafin, S. (2016). Missing the point: An exploration of how to guide users' attention during cinematic virtual reality. Proceedings of the 22nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology, 229-232. https://doi.org/10.1145/2993369.2993405

Nilsson, N. C., Nordahl, R., & Serafin, S. (2016). Immersion revisited: A review of existing definitions of immersion and their relation to different theories of presence. Human Technology, 12(2), 108-134. https://doi.org/10.17011/ht/urn.201611174652

Nleya, S. M., & Velempini, M. (2024). Industrial metaverse: A comprehensive review, environmental impact, and challenges. Applied Sciences, 14(13), 5736. https://doi.org/10.3390/app14135736

Nunes, G. S., & Arruda Filho, E. J. M. (2018). Consumer behavior regarding wearable technologies: Google Glass. Innovation & Management Review, 15(3), 230-246. https://doi.org/10.1108/INMR-06-2018-0034

Oh, C. S., Bailenson, J. N., & Welch, G. F. (2018). A systematic review of social presence: Definition, antecedents, and implications. Frontiers in Robotics and AI, 5, 114. https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00114

Oh, H. J., Kim, J., Chang, J. J. C., Park, N., & Lee, S. (2023). Social benefits of living in the metaverse: The relationships among social presence, supportive interaction, social self-efficacy, and feelings of loneliness. Computers in Human Behavior, 139, 107498. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107498

Oliveira, A., & Cruz, M. (2023). Virtually connected in a multiverse of madness?-Perceptions of gaming, animation, and metaverse. Applied Sciences, 13(15), 8573. https://doi.org/10.3390/app13158573

O'Neill, S. (2008). Interactive media: The semiotics of embodied interaction. Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-036-0

Onggirawan, C. A., Kho, J. M., Kartiwa, A. P., & Gunawan, A. A. (2023). Systematic literature review: The adaptation of distance learning process during the COVID-19 pandemic using virtual educational spaces in metaverse. Procedia Computer Science, 216, 274-283. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.137

Ortolani, P. (2016). Self-Enforcing Online Dispute Resolution: Lessons from Bitcoin. Oxford Journal of Legal Studies, 36(3), 595-629. https://doi.org/10.1093/ojls/gqv036

Ozturkcan, S. (2021). Service innovation: Using augmented reality in the IKEA Place app. Journal of Information Technology Teaching Cases, 11(1), 8-13. https://doi.org/10.1177/2043886920947110

Pala, M., & Sefer, E. (2024). NFT price and sales characteristics prediction by transfer learning of visual attributes. The Journal of Finance and Data Science, 10, 100148. https://doi.org/10.1016/j.jfds.2024.100148

Papagiannis, H. (2017). Augmented human: How technology is shaping the new reality. O'Reilly Media, Inc.

Park, J., & Kim, N. (2024). Examining self-congruence between user and avatar in purchasing behavior from the metaverse to the real world. Journal of Global Fashion Marketing, 15(1), 23-38. https://doi.org/10.1080/20932685.2023.2180768

Park, M., Cho, Y., Na, G., & Kim, J. (2024). Application of Virtual Avatar using Motion Capture in Immersive Virtual Environment. International Journal of Human-Computer Interaction, 40(20), 6344-6358. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2254609

Park, S. M., & Kim, Y. G. (2022). A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. IEEE Access, 10, 4209-4251. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175

Park, S., Bokijonov, S., & Choi, Y. (2021). Review of Microsoft HoloLens Applications over the Past Five Years. Applied Sciences, 11(16), 7259. https://doi.org/10.3390/app11167259

Parker, E. B., Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1978). The Social Psychology of Telecommunications. Contemporary Sociology, 7(1), 32. https://doi.org/10.2307/2065899

Parveau, M., & Adda, M. (2018). 3iVClass: A new classification method for virtual, augmented and mixed realities. Procedia Computer Science, 141, 263-270. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.180

Pasupathi, M. (2001). The social construction of the personal past and its implications for adult development. Psychological Bulletin, 127(5), 651-672. https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.5.651

Paul, G., & Scataglini, S. (2019). Open-source software to create a kinematic model in digital human modeling. In DHM and Posturography (pp. 201-213). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816713-7.00017-9

Paul, S. A., Jensen, M., Wong, C. Y., & Khong, C. W. (2008). Socializing in mobile gaming. Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, 2-9. https://doi.org/10.1145/1413634.1413641

Pawelzik, L., & Ferdinand, T. (2022). SELLING DIGITAL ART FOR MILLIONS - A QUALITATIVE ANALYSIS OF NFT ART MARKETPLACES.

Pellegrini, A. D. (2001). Practitioner Review: The Role of Direct Observation in the Assessment of Young Children. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 42(7), 861-869. https://doi.org/10.1111/1469-7610.00783

Perboli, G., Merlo, F., & Vandoni, C. (2025). Decentralizing the future: Value creation in Web 3.0 and the Metaverse. Open Research Europe, 5, 226. https://doi.org/10.12688/openreseurope.20906.1

Perey, C. (2024). Interoperability is a Fundamental Requirement for the Open Metaverse. 2024 IEEE International Symposium on Emerging Metaverse (ISEMV), 21-24. https://doi.org/10.1109/ISEMV63338.2024.00019

Pessina, A. (2023). L'essere altrove: L'esperienza umana nell'epoca dell'intelligenza artificiale. Mimesis.

Peter, R. (2018). Future Presence.

Peters, T. M., Linte, C. A., Yaniv, Z., & Williams, J. (2018). Mixed and augmented reality in medicine. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315157702

Petit, O., Velasco, C., Wang, Q. J., & Spence, C. (2022). Consumer consciousness in multisensory extended reality. Frontiers in Psychology, 13, 851753. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.851753

Peukert, C., Pfeiffer, J., Meißner, M., Pfeiffer, T., & Weinhardt, C. (2019). Shopping in Virtual Reality Stores: The Influence of Immersion on System Adoption. Journal of Management Information Systems, 36(3), 755-788. https://doi.org/10.1080/07421222.2019.1628889

Pfister, D. S. (2019). Technoliberal rhetoric, civic attention, and common sensation in Sergey Brin's "Why Google Glass?" Quarterly Journal of Speech, 105(2), 182-203. https://doi.org/10.1080/00335630.2019.1595103

Phakamach, P., Senarith, P., & Wachirawongpaisarn, S. (2022). The metaverse in education: The future of immersive teaching & learning. RICE Journal of Creative Entrepreneurship and Management, 3(2), 75-88.

Pinotti, A. (2017). Self-Negating Images: Towards An-Iconology. Proceedings of the International and Interdisciplinary Conference IMMAGINI? Brixen, Italy, 27–28 November 2017., 856. https://doi.org/10.3390/proceedings1090856

Pinotti, A. (2020). Shifting Identities in a Genealogical Perspective. In Shifting interfaces: An anthology of presence, empathy, and agency in 21st-century media arts (p. 31).

Pinotti, A. (2021). Alla soglia dell'immagine: Da Narciso alla realtà virtuale (Vol. 753). Einaudi.

Pinotti, A. (2021). Towards an-iconology: The image as environment. Screen, 61(4), 594-603. https://doi.org/10.1093/screen/hjaa060

Plechatá, A., Makransky, G., & Böhm, R. (2022). Can extended reality in the metaverse revolutionise health communication? NPJ Digital Medicine, 5(1), 132. https://doi.org/10.1038/s41746-022-00682-x

Poeschl, S., & Doering, N. (2015). Measuring Co-Presence and Social Presence in Virtual Environments - Psychometric Construction of a German Scale for a Fear of Public Speaking Scenario. In Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2015 (pp. 58-63). IOS Press. https://doi.org/10.3233/978-1-61499-595-1-58

Popescu, G. H., Valaskova, K., & Horak, J. (2022). Augmented reality shopping experiences, retail business analytics, and machine vision algorithms in the virtual economy of the metaverse. Journal of Self-Governance and Management Economics, 10(2), 67-81. https://doi.org/10.22381/jsme10220225

Possati, L. M. (2022). Unconscious networks: Philosophy, psychoanalysis, and artificial intelligence. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003345572

Pozharliev, R., De Angelis, M., & Rossi, D. (2022). The effect of augmented reality versus traditional advertising: A comparison between neurophysiological and self-reported measures. Marketing Letters, 33(1), 113-128. https://doi.org/10.1007/s11002-021-09573-9

Prabowo, S. H. W., Murdiono, A., Martha, J. A., Zutiasari, I., & Murad, S. M. A. (2023). Gamification of Ubiquitous-Based Learning Media as an Initiative of Open-World Metaverse Conversion for Problem Based Learning (PBL) in Business and Management Courses. BISTIC Business Innovation Sustainability and Technology International Conference (BISTIC 2022), 86-97. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-178-4_10

Prakash, R., Anoop, V. S., & Asharaf, S. (2022). Blockchain technology for cybersecurity: A text mining literature analysis. International Journal of Information Management Data Insights, 2(2), 100112. https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2022.100112

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? Behavioral and Brain Sciences, 1(4), 515-526. https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512

Puma, S., Matton, N., Paubel, P.-V., Raufaste, É., & El-Yagoubi, R. (2018). Using theta and alpha band power to assess cognitive workload in multitasking environments. International Journal of Psychophysiology, 123, 111-120. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.10.004

Quaranta, D. (2013). Beyond new media art. Link Editions.

Quaranta, D. (2021). Surfing con Satoshi: Arte, blockchain e NFT. Postmedia books.

Radvansky, G. A., & Zacks, J. M. (2011). Event perception. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 2(6), 608-620. https://doi.org/10.1002/wcs.133

Rahimian, P., Plumert, J. M., & Kearney, J. K. (2021). The Effect of Visuomotor Latency on Steering Behavior in Virtual Reality. Frontiers in Virtual Reality, 2, 727858. https://doi.org/10.3389/frvir.2021.727858

Raij, A., Kotranza, A., Lind, D. S., & Lok, B. (2009). Virtual Experiences for Social Perspective-Taking. 2009 IEEE Virtual Reality Conference, 99-102. https://doi.org/10.1109/VR.2009.4811005

Raman, A., & Don, Y. (2013). Preservice teachers' acceptance of learning management software: An application of the UTAUT2 model. International Education Studies, 6(7), 157-164. https://doi.org/10.5539/ies.v6n7p157

Ramírez-Correa, P., Rondán-Cataluña, F. J., Arenas-Gaitán, J., & Martín-Velicia, F. (2019). Analysing the acceptation of online games in mobile devices: An application of UTAUT2. Journal of Retailing and Consumer Services, 50, 85-93. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.04.018

Ratan, R., Beyea, D., Li, B. J., & Graciano, L. (2020). Avatar characteristics induce users' behavioral conformity with small-to-medium effect sizes: A meta-analysis of the proteus effect. Media Psychology, 23(5), 651-675. https://doi.org/10.1080/15213269.2019.1623698

Rau, P.-L. P., Zheng, J., Guo, Z., & Li, J. (2018). Speed reading on virtual reality and augmented reality. Computers & Education, 125, 240-245. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.016

Rawal, B. S., Ahmadand, S., Mentges, A., & Fadli, S. (2022). Opportunities and challenges in metaverse the rise of digital universe. International Conference on Metaverse, 3-17. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23518-4_1

Recktenwald, D. (2017). Toward a transcription and analysis of live streaming on Twitch. Journal of Pragmatics, 115, 68-81. https://doi.org/10.1016/j.pragma.2017.01.013

Reed, J., Dunn, C., Beames, S., & Stonehouse, P. (2023). E'Ride on!': The Zwift platform as a space for virtual leisure. Leisure Studies, 42(2), 188-202. https://doi.org/10.1080/02614367.2022.2088836

Renee, A., & Flynn, M. R. (2005). CFD Model for a 3-D Inhaling Mannequin: Verification and Validation. The Annals of Occupational Hygiene. https://doi.org/10.1093/annhyg/mei048

Richter, S., & Richter, A. (2023). What is novel about the Metaverse? International Journal of Information Management, 73, 102684. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102684

Riva, G. (2006). From communication to presence: Cognition, emotions, and culture towards the ultimate communicative experience: Festschrift in honor of Luigi Anolli (Vol. 9). Ios Press.

Riva, G., & Gaggioli, A. (2019). Realtà virtuali: Gli aspetti psicologici delle tecnologie simulative e il loro impatto sull'esperienza umana. Giunti Psychometrics.

Riva, G., & Wiederhold, B. K. (2022). What the metaverse is (really) and why we need to know about it. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 25(6), 355-359. https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0124

Riva, G., Vatalaro, F., & Zaffiro, G. (2009). Tecnologie della presenza. Concetti e applicazioni. Mondo Digitale, 3, 32-45.

Riva, G., Waterworth, J., & Murray, D. (2014). Interacting with Presence: HCI and the Sense of Presence in Computer-mediated Environments. Walter de Gruyter GmbH & Co KG. https://doi.org/10.2478/9783110409697

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., & Gallese, V. (1997). The Space Around Us. Science, 277(5323), 190-191. https://doi.org/10.1126/science.277.5323.190

Roblox Creator Hub. (n.d.). Retrieved 22 December 2025, from https://create.roblox.com

Roblox. (2025, May 15). Roblox Unlocks Next-Generation Commerce With In-Game Shopping for Physical Items. Roblox. https://corp.roblox.com//newsroom/2025/05/roblox-launches-shopify-integration-amp-licensing-program

Rokhsaritalemi, S., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2020). A review on mixed reality: Current trends, challenges and prospects. Applied Sciences, 10(2), 636. https://doi.org/10.3390/app10020636

Rosário, A. T., Lopes, P. R., & Rosário, F. S. (2023). Metaverse in Marketing: Challenges and Opportunities. In A. Khang, V. Shah, & S. Rani (Eds), Advances in Computational Intelligence and Robotics (pp. 204-227). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8851-5.ch010

Rosenberg, L. (2022). Regulation of the Metaverse: A Roadmap: The risks and regulatory solutions for largescale consumer platforms. Proceedings of the 2022 6th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations, 21-26. https://doi.org/10.1145/3546607.3546611

Rosenthal, S. B., & Bourgeois, P. L. (1997). Semiotics and presence: Contemporary perspectives. Journal of the British Society for Phenomenology, 28(2), 192-203. https://doi.org/10.1080/00071773.1997.11007197

Rothe, S., Buschek, D., & Hußmann, H. (2019). Guidance in cinematic virtual reality-taxonomy, research status and challenges. Multimodal Technologies and Interaction, 3(1), 19. https://doi.org/10.3390/mti3010019

Rovira, A., Fatah gen Schieck, A., Blume, P., & Julier, S. (2020). Guidance and surroundings awareness in outdoor handheld augmented reality. Plos One, 15(3), e0230518. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230518

Ruckenstein, M. (2023). The feel of algorithms. Univ of California Press. https://doi.org/10.1525/9780520394568

Ruggeri, A. G., Marella, G., & Gabrielli, L. (2024). Market Value or Meta Value? The Value of Virtual Land during the Metaverse's Digital Era. Land, 13(8), 1135. https://doi.org/10.3390/land13081135

Russell, J. A., & Mehrabian, A. (1978). Approach-avoidance and affiliation as functions of the emotion-eliciting quality of an environment. Environment and Behavior, 10(3), 355-387. https://doi.org/10.1177/0013916578103005

Ryan, M. L. (2015). Narrative as virtual reality 2: Revisiting immersion and interactivity in literature and electronic media. JHU press.

Sacco, T., & Sacchetti, B. (2010). Role of Secondary Sensory Cortices in Emotional Memory Storage and Retrieval in Rats. Science, 329(5992), 649-656. https://doi.org/10.1126/science.1183165

Sadeghi-Niaraki, A., Rahimi, F., Azlan, N. A. E. B., Song, H., Ali, F., & Choi, S. M. (2025). Groundbreaking taxonomy of metaverse characteristics. Artificial Intelligence Review, 58(8), 244. https://doi.org/10.1007/s10462-025-11243-5

Saengchote, K., Nakavachara, V., & Xu, Y. (2025). Capitalising the network externalities of new land supply in the metaverse. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 100625. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100625

Sagnier, C., Loup-Escande, E., Lourdeaux, D., Thouvenin, I., & Valléry, G. (2020). User acceptance of virtual reality: An extended technology acceptance model. International Journal of Human-Computer Interaction, 36(11), 993-1007. https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1708612

Saleh, F. (2021). Blockchain without Waste: Proof-of-Stake. The Review of Financial Studies, 34(3), 1156-1190. https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa075

Salmasi, A. V., & Gillam, L. (2009). Machine Ethics for Gambling in the Metaverse: An. Journal for Virtual Worlds Research, 2(3). https://doi.org/10.4101/jvwr.v2i3.653

Sami, H., Hammoud, A., Arafeh, M., Wazzeh, M., Arisdakessian, S., Chahoud, M., Wehbi, O., Ajaj, M., Mourad, A., Otrok, H., Abdel Wahab, O., Mizouni, R., Bentahar, J., Talhi, C., Dziong, Z., Damiani, E., & Guizani, M. (2024). The Metaverse: Survey, Trends, Novel Pipeline Ecosystem & Future Directions. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 26(4), 2914-2960. https://doi.org/10.1109/COMST.2024.3392642

Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2004). From presence towards consciousness. 8th Annual Conference for the Scientific Study of Consciousness. https://doi.org/10.1038/nrn1651

Scannell, P. (1986). Radio Times: The Temporal Arrangements of Broadcasting in the Modern World. https://eric.ed.gov/?id=ED294542

Scannell, P. (1989). Public service broadcasting and modern public life. Media, Culture & Society, 11(2), 135-166. https://doi.org/10.1177/016344389011002002

Scannell, P. (1995). For a Phenomenology of Radio and Television. Journal of Communication, 45(3), 4-19. https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1995.tb00741.x

Scannell, P. (1996). Radio, television and modern life. John Wiley & Sons.

Scannell, P. (2000). For-anyone-as-someone structures. Media, Culture & Society, 22(1), 5-24. https://doi.org/10.1177/016344300022001001

Scannell, P. (2001). Authenticity and Experience. Discourse Studies, 3(4), 405-411. https://doi.org/10.1177/1461445601003004005

Scannell, P. (2005). Public service broadcasting: The history of a concept. In Understanding television (pp. 11-29). Routledge. https://api.taylorfrancis.com/content/chapters/edit/download?identifierName=doi&identifierValue=10.4324/9780203976258-2&type=chapterpdf

Scheiding, R. (2023). Designing the future? The metaverse, NFTs, & the future as defined by unity users. Games and Culture, 18(6), 804-820. https://doi.org/10.1177/15554120221139218

Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A Reconsideration of Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review*, *19*(4), 469–508. https://doi.org/10.1007/s10648-007-9053-4

Schonbaum, R. (2022). Decentraland NFT (LAND) Market Efficiency & Responsiveness to Events.

Schroeder, R. (1996). Possible worlds: The social dynamic of virtual reality technology. Westview Press, Inc. https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/524984

Schroeder, R. (2002). Copresence and interaction in virtual environments: An overview of the range of issues. Presence 2002: Fifth International Workshop, 274-295. https://users.ox.ac.uk/~inet0032/papers/copresence%20and%20interaction%202002.pdf

Schroeder, R. (2003). Beyond presence and copresence: A phenomenological account of experiences in shared virtual environments. Proc. Presence. Aalborg, Denmark. https://users.ox.ac.uk/~inet0032/papers/beyond%20presence%202003.pdf

Schroeder, R. (2010). Being there together: Social interaction in shared virtual environments. Oxford University Press.

Schultze, U., & Leahy, M. M. (2009). The Avatar-Self Relationship: Enacting Presence in Second Life. ICIS 2009 Proceedings. International Conference on Information Systems (ICIS 2009), Phoenix, Arizona.

Schutte, N. S., & Stilinović, E. J. (2017). Facilitating empathy through virtual reality. Motivation and Emotion, 41(6), 708-712. https://doi.org/10.1007/s11031-017-9641-7

Schutz, A. (1967). The phenomenology of the social world. Northwestern university press.

Scuotto, V. (with Krueger, N., & Del Giudice, M.). (2025). Digital Social Entrepreneurship: Implications for People, Planet and Profit (1st ed). Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.4324/9781003583448

Sebastian, G. (2023). A descriptive study on metaverse: Cybersecurity risks, controls, and regulatory framework. International Journal of Security and Privacy in Pervasive Computing (IJSPPC), 15(1), 1-14. https://doi.org/10.4018/IJSPPC.315591

Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). Algorithms. Addison-wesley professional.

Sedgewick, R., & Wayne, K. (2016). Computer science: An interdisciplinary approach. Addison-Wesley Professional.

Selman, R. L. (1975). Level of Social Perspective Taking and the Development of Empathy in Children: Speculations from a Social-Cognitive Viewpoint. Journal of Moral Education, 5(1), 35-43. https://doi.org/10.1080/0305724750050105

Seo, K.-K., Lee, S., Chung, B. D., & Park, C. (2015). Users' Emotional Valence, Arousal, and Engagement Based on Perceived Usability and Aesthetics for Web Sites. International Journal of Human-Computer Interaction, 31(1), 72-87. https://doi.org/10.1080/10447318.2014.959103

Sereno, M., Wang, X., Besancon, L., Mcguffin, M. J., & Isenberg, T. (2020). Collaborative Work in Augmented Reality: A Survey. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 1-1. https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3032761

Serrano, A., Sitzmann, V., Ruiz-Borau, J., Wetzstein, G., Gutierrez, D., & Masia, B. (2017). Movie editing and cognitive event segmentation in virtual reality video. ACM Transactions on Graphics (TOG), 36(4), 1-12. https://doi.org/10.1145/3072959.3073668

Severino, P. (2022). Intelligenza artificiale: Politica, economia, diritto, tecnologia. LUISS University Press.

Shadbolt, N., & Hampson, R. (2024). As if human: Ethics and artificial intelligence. Yale University Press. https://doi.org/10.12987/9780300277692

Shaw, N., & Sergueeva, K. (2019). The non-monetary benefits of mobile commerce: Extending UTAUT2 with perceived value. International Journal of Information Management, 45, 44-55. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.024

Shen, B., Tan, W., Guo, J., Zhao, L., & Qin, P. (2021). How to promote user purchase in metaverse? A systematic literature review on consumer behavior research and virtual commerce application design. Applied Sciences, 11(23), 11087. https://doi.org/10.3390/app112311087

Shin, D. (2022). The actualization of meta affordances: Conceptualizing affordance actualization in the metaverse games. Computers in Human Behavior, 133, 107292. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107292

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). The social psychology of telecommunications.

Silvennoinen, J. M., & Saariluoma, P. (2021). Affective mimetics, emotional information space, and metaverse. Journal of Design Thinking, 2(2), 293-304.

Silverstone, R., & Williams, R. (2004). Television: Technology and cultural form. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203426647

Singer, M. J., & Witmer, B. G. (2004). PRESENCE QUESTIONNAIRE Revised by the UQO Cyberpsychology Lab.

Skarbez, R., Brooks, Jr., F. P., & Whitton, M. C. (2017). A Survey of Presence and Related Concepts. ACM Comput. Surv., 50(6), 96:1-96:39. https://doi.org/10.1145/3134301

Skarbez, R., Neyret, S., Brooks, F. P., Slater, M., & Whitton, M. C. (2017). A Psychophysical Experiment Regarding Components of the Plausibility Illusion. IEEE

Transactions on Visualization and Computer Graphics, 23(4), 1369-1378. https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2657158

Slater, M. (1999). Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 8(5), 560-565. https://doi.org/10.1162/105474699566477

Slater, M. (2003). A note on presence terminology. Presence Connect, 3(3), 1-5.

Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1535), 3549-3557. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138

Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. Frontiers in Robotics and AI, 3, 74. https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074

Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(6), 603-616. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603

Slater, M., Banakou, D., Beacco, A., Gallego, J., Macia-Varela, F., & Oliva, R. (2022). A Separate Reality: An Update on Place Illusion and Plausibility in Virtual Reality. Frontiers in Virtual Reality, 3, 914392. https://doi.org/10.3389/frvir.2022.914392

Slater, M., Lotto, B., Arnold, M. M., & Sanchez-Vives, M. V. (2009). How we experience immersive virtual environments: The concept of presence and its measurement. Anuario de Psicología, 40(2), 193-210.

Slater, M., Spanlang, B., & Corominas, D. (2010). Simulating virtual environments within virtual environments as the basis for a psychophysics of presence. ACM Transactions on Graphics, 29(4), 1-9. https://doi.org/10.1145/1778765.1778829

Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V., & Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality. PloS One, 5(5), e10564. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010564

Song, D. (2025). Hall's encoding/decoding model revisited in the digital platform age: De/encoding, lincoding, affordecoding, and en/decoding. Information, Communication & Society, 1-19. https://doi.org/10.1080/1369118X.2025.2524571

Song, Y., Fan, X., Li, J., & Wang, L. (2026). A Metaverse-Enabled Immersive Emergency Broadcasting System: Spatial Sensing, Multi-Modal Interaction and Dynamic Adaptation. In S. Chen, J. Feng, Y. Miao, & L.-J. Zhang (Eds), Metaverse - METAVERSE 2025 (Vol. 16159, pp. 1-14). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-06323-6_1

Souriau, É. (1943). Les différents modes d'existence (Vol. 35). Presses universitaires de France.

Souriau, É. (2016). The different modes of existence. U of Minnesota Press.

Spajić, J., Mitrović, K., Lalić, D., Milić, B., & Bošković, D. (2022). PERSONALIZED BRAND EXPERIENCE IN METAVERSE.

Stapleton, C. D. (1996). Basic Concepts in Exploratory Factor Analysis (EFA) as a Tool to Evaluate Score Validity: A Right-Brained Approach. Factor Analysis.

Steed, A. (2024). Three technical challenges of scaling from social virtual reality to metaverse(s): Interoperability, awareness and accessibility. Frontiers in Virtual Reality, 5, 1432907. https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1432907

Stein, J.-P., & Ohler, P. (2017). Venturing into the uncanny valley of mind-The influence of mind attribution on the acceptance of human-like characters in a virtual reality setting. Cognition, 160, 43-50. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.12.010

Steinicke, F. (2016). Being really virtual. In Immersive natives and the future of virtual reality (pp. 19-32). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43078-2

Steinkuehler, C. A., & Williams, D. (2006). Where everybody knows your (screen) name: Online games as "third places". Journal of Computer-Mediated Communication, 11(4), 885-909. https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2006.00300.x

Stephenson, N. (1992). Snow Crash. Bantam Books.

Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. Journal of Communication, 42(4), 73-93. https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x

Stiegler, C. (2021). The 360 gaze: Immersions in media, society, and culture. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11450.001.0001

Stokes-Rees, E. (2019). Exhibition without Boundaries: teamLab Borderless and the Digital Evolution of Gallery Space. Museum Worlds, 7, 238-248. https://doi.org/10.3167/armw.2019.070115

Stokols, D. (1972). A Social-Psychological Model of Human Crowding Phenomena. Journal of the American Institute of Planners, 38(2), 72-83. https://doi.org/10.1080/01944367208977409

Stokols, D. (1973). Physical, Social, and Personal Determinants of the Perception of Crowding. Environment and Behavior, 5(1). https://escholarship.org/content/qt75m2n647/qt75m2n647.pdf

Stolic, T. (2021). Displacing Caravaggio: Art, media, and humanitarian visual culture. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/s41296-020-00424-2

Subjective Ratings of Robot Video Clips for Human Likeness, Familiarity, and Eeriness: An Exploration of the Uncanny Valley. (n.d.). ResearchGate.

Subsol, G. (2005). Virtual Storytelling. Using Virtual Reality Technologies for Storytelling: Third International Conference, VS 2005, Strasbourg, France, November 30-December 2, 2005, Proceedings. Proceedings, 3805. https://doi.org/10.1007/11590361

Suchman, L. A. (1987). Plans and situated actions: The problem of human-machine communication. Cambridge university press. https://books.google.com/books?hl=it&lr=&id=AJ_eBJtHxmsC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Suchman,+L.+(1987)+%E2%80%93+Plans+and+Situated+Actions&ots=KtMqeJFOJO&sig=9q_iMIDXaIwBk5r_N4flwFXliQc

Suchow, J. W., & Ashrafimoghari, V. (2022). The paradox of learning categories from rare examples: A case study of NFTs & The Bored Ape Yacht Club. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 44(44). https://escholarship.org/uc/item/8rf9p6w5 https://doi.org/10.2139/ssrn.4082221

Suh, A. (2024). How users cognitively appraise and emotionally experience the metaverse: Focusing on social virtual reality. Information Technology & People, 37(4), 1613-1641. https://doi.org/10.1108/ITP-06-2022-0461

Suh, K.-S., Kim, H., & Suh, E. K. (2011). What if Your Avatar Looks Like You? Dual-Congruity Perspectives for Avatar Use1. MIS Quarterly, 35(3), 711-A4. https://doi.org/10.2307/23042805

Sun, Z. (2023). Embodiment Characteristics of the Metaverse from the Perspective of Phenomenology of Perception. Academic Journal of Humanities & Social Sciences, 6(14). https://doi.org/10.25236/AJHSS.2023.061412

Sundar, S. S., Kang, J., & Oprean, D. (2017). Being There in the Midst of the Story: How Immersive Journalism Affects Our Perceptions and Cognitions. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 20(11), 672-682. https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0271

Sung, E., Kwon, O., & Sohn, K. (2023). NFT luxury brand marketing in the metaverse: Leveraging blockchain-certified NFTs to drive consumer behavior. Psychology & Marketing, 40(11), 2306-2325. https://doi.org/10.1002/mar.21854

Sureephong, P., Chernbumroong, S., Niemsup, S., Homla, P., Intawong, K., & Puritat, K. (2024). Exploring the impact of the gamified metaverse on knowledge acquisition

and library anxiety in academic libraries. Information Technology and Libraries, 43(1). https://doi.org/10.5860/ital.v43i1.16651

Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. Proceedings of the IFIP Congress, 2, 506-508.

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. In Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I, 757-764. https://doi.org/10.1145/1476589.1476686

Suzuki, Y., Wild, F., & Scanlon, E. (2024). Measuring cognitive load in augmented reality with physiological methods: A systematic review. Journal of Computer Assisted Learning, 40(2), 375-393. https://doi.org/10.1111/jcal.12882

Syed, S., & Shaheen, A. (2025). Media richness in metaverse: The effect of immersive emporium on user presence and enjoymen. Qlantic Journal of Social Sciences and Humanities, 6(2), 194-206. https://doi.org/10.55737/qjssh.vi-ii.25368

Sylaiou, S., Dafiotis, P., Koukopoulos, D., Koukoulis, K., Vital, R., Antoniou, A., & Fidas, C. (2024). From physical to virtual art exhibitions and beyond: Survey and some issues for consideration for the metaverse. Journal of Cultural Heritage, 66, 86-98. https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.11.002

Szydło, P., Wątorek, M., Kwapień, J., & Drożdż, S. (2024). Characteristics of price related fluctuations in non-fungible token (NFT) market. Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 34(1), 013108. https://doi.org/10.1063/5.0185306

Tabatabaei, M. H., Vitenberg, R., & Veeraragavan, N. R. (2023). Understanding blockchain: Definitions, architecture, design, and system comparison. Computer Science Review, 50, 100575. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2023.100575

Taherdoost, H. (2023). Smart Contracts in Blockchain Technology: A Critical Review. Information, 14(2), 117. https://doi.org/10.3390/info14020117

Takano, M. (2023). Synchronization of online social rhythms via avatar communications. Journal of Physics: Complexity, 4(1), 015010. https://doi.org/10.1088/2632-072X/acbd7d

Takano, M., & Taka, F. (2022). Fancy avatar identification and behaviors in the virtual world: Preceding avatar customization and succeeding communication. Computers in Human Behavior Reports, 6, 100176. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100176

Tamilmani, K., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2017). A systematic review of citations of UTAUT2 article and its usage trends. Conference on E-Business, e-Services and e-Society, 38-49. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68557-1_5

Tamilmani, K., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2021). Consumer acceptance and use of information technology: A meta-analytic evaluation of UTAUT2. Information Systems Frontiers, 23(4), 987-1005. https://doi.org/10.1007/s10796-020-10007-6

Tamilmani, K., Rana, N. P., Wamba, S. F., & Dwivedi, R. (2021). The extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2): A systematic literature review and theory evaluation. International Journal of Information Management, 57, 102269. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102269

Tasa, U. B., & Görgülü, T. (2010). Meta-art: Art of the 3-D user-created virtual worlds. Digital Creativity, 21(2), 100-111. https://doi.org/10.1080/14626261003786251

Tavinor, G. (2019). On Virtual Transparency: Tavinor On Virtual Transparency. The Journal of Aesthetics and Art Criticism, 77(2), 145-156. https://doi.org/10.1111/jaac.12626

Tcha-Tokey, K., Christmann, O., Loup-Escande, E., & Richir, S. (2016). Proposition and validation of a questionnaire to measure the user experience in immersive virtual environments. International Journal of Virtual Reality, 16(1), 33-48. https://doi.org/10.20870/IJVR.2016.16.1.2880

Teng, C.-I. (2017). Impact of avatar identification on online gamer loyalty: Perspectives of social identity and social capital theories. International Journal of Information Management, 37(6), 601-610. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.06.006

Teng, Z., Cai, Y., Gao, Y., Zhang, X., & Li, X. (2022). Factors affecting learners' adoption of an educational metaverse platform: An empirical study based on an extended UTAUT model. Mobile Information Systems, 2022(1), 5479215. https://doi.org/10.1155/2022/5479215

Thomas, N. J., Baral, R., Crocco, O. S., & Mohanan, S. (2023). A framework for gamification in the metaverse era: How designers envision gameful experience. Technological Forecasting and Social Change, 193, 122544. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122544

Tilden, D., Singh, A., Polys, N. F., & Sforza, P. (2011). Multimedia mashups for mirror worlds. Proceedings of the 16th International Conference on 3D Web Technology, 155-164. https://doi.org/10.1145/2010425.2010453

Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., Wang, H., Denden, M., Bozkurt, A., Lee, L.-H., Beyoglu, D., Altinay, F., Sharma, R. C., Altinay, Z., Li, Z., Liu, J., Ahmad, F., Hu, Y., Salha, S., … Burgos, D. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: A combined content and bibliometric analysis. Smart Learning Environments, 9(1), 24. https://doi.org/10.1186/s40561-022-00205-x

Trujillo, A., Bacciu, C., & Abrate, M. (2024). Dressed to Gamble: How Poker Drives the Dynamics of Wearables and Visits on Decentraland's Social Virtual World. Journal of Metaverse, 5(2), 145-155. https://doi.org/10.57019/jmv.1673676

Tsakiris, M. (2010). My body in the brain: A neurocognitive model of body-ownership. Neuropsychologia, 48(3), 703-712. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.034

Tsakiris, M. (2011). The Sense of Body Ownership. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199548019.003.0008

Turdialiev, M. (2023). Legal discussion of metaverse law. International Journal of Cyber Law, 1(3).

Turkay, S., & Kinzer, C. K. (2014). The Effects of Avatar-Based Customization on Player Identification: International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations, 6(1), 1-25. https://doi.org/10.4018/ijgcms.2014010101

Turkle, S. (1984). The second self: Computers and the human spirit (1. Touchstone ed). Simon & Schuster.

Turkle, S. (1995). Life on the screen: Identity in the age of the Internet. Weidenfeld & Nicolson.

Tussyadiah, I. P., Wang, D., Jung, T. H., & Tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. Tourism Management, 66, 140-154. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003

Urom, C., Ndubuisi, G., & Guesmi, K. (2022). Dynamic dependence and predictability between volume and return of Non-Fungible Tokens (NFTs): The roles of market factors and geopolitical risks. Finance Research Letters, 50, 103188. https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103188

Using Virtual Reality Technologies for Storytelling: Second International Conference, ICVS 2003, Toulouse, France, November 20-21, 2003, Proceedings. 2.

Usmani, S. S., Sharath, M., & Mehendale, M. (2022). Future of mental health in the metaverse. General Psychiatry, 35(4), e100825. https://doi.org/10.1136/gpsych-2022-100825

Van Kerrebroeck, H., Brengman, M., & Willems, K. (2017). Escaping the crowd: An experimental study on the impact of a Virtual Reality experience in a shopping mall. Computers in Human Behavior, 77, 437-450. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.019

Van Loon, A., Bailenson, J., Zaki, J., Bostick, J., & Willer, R. (2018). Virtual reality perspective-taking increases cognitive empathy for specific others. PloS One, 13(8), e0202442. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202442

Varnelis, K. (2012). Networked publics. Mit Press.

Vasan, K., Janosov, M., & Barabási, A. L. (2022). Quantifying NFT-driven networks in crypto art. Scientific Reports, 12(1), 2769. https://doi.org/10.1038/s41598-022-05146-6

Veeraiah, V., P, G., Ahamad, S., Talukdar, S. B., Gupta, A., & Talukdar, V. (2022). Enhancement of Meta Verse Capabilities by IoT Integration. 2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE), 1493-1498. https://doi.org/10.1109/ICACITE53722.2022.9823766

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly, 425-478. https://doi.org/10.2307/30036540

Ventura, S., Lullini, G., & Riva, G. (2022). Cognitive Rehabilitation in the Metaverse: Insights from the Tele-Neurorehab Project. CyberPsychology, Behavior & Social Networking, 25(10). https://doi.org/10.1089/cyber.2022.29257.ceu

Venugopal, K., Anand, K. S., Lakhinana, N., & M, N. (2023). NFT For Collectibles. 2023 5th Biennial International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE), 1-5. https://doi.org/10.1109/ICNTE56631.2023.10146683

Verhagen, T., Swen, E., Feldberg, F., & Merikivi, J. (2015). Benefitting from virtual customer environments: An empirical study of customer engagement. Computers in Human Behavior, 48, 340-357. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.061

Vidal-Tomás, D. (2023). The illusion of the metaverse and meta-economy. International Review of Financial Analysis, 86, 102560. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102560

Vita-More, N. (2010). Epoch of plasticity: The metaverse as a vehicle for cognitive enhancement. Metaverse Creativity, 1(1), 69-80. https://doi.org/10.1386/mvcr.1.1.69_1

Voinea, G. D., Gîrbacia, F., Postelnicu, C. C., Duguleana, M., Antonya, C., Soica, A., & Stănescu, R. C. (2022). Study of social presence while interacting in metaverse with an augmented avatar during autonomous driving. Applied Sciences, 12(22), 11804. https://doi.org/10.3390/app122211804

Von Uexküll, J. (2013). A foray into the worlds of animals and humans: With a theory of meaning (Vol. 12). U of Minnesota Press.

Voss, C., Schwartz, J., Daniels, J., Kline, A., Haber, N., Washington, P., & Wall, D. P. (2019). Effect of wearable digital intervention for improving socialization in children with autism spectrum disorder: A randomized clinical trial. JAMA Pediatrics, 173(5), 446-454. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.0285

Wang, C., Yu, C., & Li, Y. (2023). Toward Understanding Attention Economy in Metaverse: A Case Study of NFT Value. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 10(5), 2177-2188. https://doi.org/10.1109/TCSS.2022.3221669

Wang, F. (2022). Metaverse-Empowered Music and Dance: Experience of Emotion and Scene Unification. Mobile Information Systems, 2022(1), 2455782. https://doi.org/10.1155/2022/2455782

Wang, F.-Y. (2022). The DAO to MetaControl for MetaSystems in Metaverses: The System of Parallel Control Systems for Knowledge Automation and Control Intelligence in CPSS. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 9(11), 1899-1908. https://doi.org/10.1109/JAS.2022.106022

Wang, G., & Nixon, M. (2021). SoK: Tokenization on blockchain. Proceedings of the 14th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing Companion, 1-9. https://doi.org/10.1145/3492323.3495577

Wang, M., Yu, H., Bell, Z., & Chu, X. (2022). Constructing an edu-metaverse ecosystem: A new and innovative framework. IEEE Transactions on Learning Technologies, 15(6), 685-696. https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3210828

Wang, S. M., Yaqin, M. A., & Hsu, F. H. (2022). Improving emotional intelligence in the new normal using metaverse applications for digital native. International Conference on Human-Computer Interaction, 527-541. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05311-5_37

Wang, S., Lilienfeld, S. O., & Rochat, P. (2015). The Uncanny Valley: Existence and Explanations. Review of General Psychology, 19(4), 393-407. https://doi.org/10.1037/gpr0000056

Wang, T.-H., Wu, W.-H., Shen, L., & Cheng, C.-K. (2021). Exploring the validity of using immersive virtual reality technique on perceived crowding of recreational environment. Landscape and Ecological Engineering, 17(3), 299-308. https://doi.org/10.1007/s11355-020-00422-x

Wang, X., Mo, X., Fan, M., Lee, L. H., Shi, B., & Hui, P. (2022). Reducing stress and anxiety in the metaverse: A systematic review of meditation, mindfulness and virtual reality. Proceedings of the Tenth International Symposium of Chinese CHI, 170-180. https://doi.org/10.1145/3565698.3565781

Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Xing, R., Liu, D., Luan, T. H., & Shen, X. (2022). A survey on metaverse: Fundamentals, security, and privacy. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 25(1), 319-352. https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3202047

Wang, Z., Chen, Q., & Lee, S.-J. (2023). Prediction of NFT Sale Price Fluctuations on OpenSea Using Machine Learning Approaches. Computers, Materials & Continua, 75(2), 2443. https://doi.org/10.32604/cmc.2023.037553

Waterworth, J. A., & Hoshi, K. (2016). Human-experiential design of presence in everyday blended reality. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30334-5

Watson, A., Alexander, B., & Salavati, L. (2018). The impact of experiential augmented reality applications on fashion purchase intention. International Journal of Retail & Distribution Management, 48(5), 433-451. https://doi.org/10.1108/IJRDM-06-2017-0117

Weber, S., Weibel, D., & Mast, F. W. (2021). How to Get There When You Are There Already? Defining Presence in Virtual Reality and the Importance of Perceived Realism. Frontiers in Psychology, 12, 628298. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.628298

Weech, S., Kenny, S., & Barnett-Cowan, M. (2019). Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: A review. Frontiers in Psychology, 10, 158. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00158

Wei, N. J., Dougherty, B., Myers, A., & Badawy, S. M. (2018). Using Google Glass in surgical settings: Systematic review. JMIR mHealth and uHealth, 6(3), e9409. https://doi.org/10.2196/mhealth.9409

Weinberger, M. (2022). What is metaverse?-A definition based on qualitative meta-synthesis. Future Internet, 14(11), 310. https://doi.org/10.3390/fi14110310

Werbach, K. (2018). The Blockchain and the New Architecture of Trust. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11449.001.0001

Werbach, K. H., & Hunter, D. (2012). For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business.

Whang, J. B., Song, J. H., Choi, B., & Lee, J.-H. (2021). The effect of Augmented Reality on purchase intention of beauty products: The roles of consumers' control. Journal of Business Research, 133, 275-284. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.057

White, B., Mahanti, A., & Passi, K. (2022). Characterizing the OpenSea NFT Marketplace. Companion Proceedings of the Web Conference 2022, 488-496. https://doi.org/10.1145/3487553.3524629

Whitney, D., & Levi, D. M. (2011). Visual crowding: A fundamental limit on conscious perception and object recognition. Trends in Cognitive Sciences, 15(4), 160-168. https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.02.005

Wickens, C. D. (2008). Multiple Resources and Mental Workload. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 50(3), 449-455. https://doi.org/10.1518/001872008X288394

Wicklund, R. A. (1975). Objective Self-Awareness. In Advances in Experimental Social Psychology (Vol. 8, pp. 233-275). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60252-X

Wiederhold, B. K. (2022). Metaverse games: Game changer for healthcare? Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 25(5), 267-269. https://doi.org/10.1089/cyber.2022.29246.editorial

Winkler, P., Stiens, P., Rauh, N., Franke, T., & Krems, J. (2020). How latency, action modality and display modality influence the sense of agency: A virtual reality study. Virtual Reality, 24(3), 411-422. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00403-y

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7(3), 225-240. https://doi.org/10.1162/105474698565686

Witmer, B., & Singer, M. J. (1996). Immersive Tendencies Questionnaire. UQO Cyber-psychology Lab.

Włodarczyk, M. (2024). Digital Disruption in Art: A Comprehensive Analysis of AI and NFT Market Dynamics. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia, 58(2), 171-193. https://doi.org/10.17951/h.2024.58.2.171-193

Wolf, W., Bernhart, W., & Mahler, A. (2013). Immersion and Distance.: Aesthetic Illusion in Literature and Other Media (Vol. 6). Rodopi. https://doi.org/10.1163/9789401209243

Wongkitrungrueng, A., & Suprawan, L. (2024). Metaverse Meets Branding: Examining Consumer Responses to Immersive Brand Experiences. International Journal of

Human-Computer Interaction, 40(11), 2905-2924. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2175162

Wu, L., Yu, R., Su, W., & Ye, S. (2022). Design and implementation of a metaverse platform for traditional culture: The chime bells of Marquis Yi of Zeng. Heritage Science, 10(1). https://doi.org/10.1186/s40494-022-00828-w

Wu, S., Xu, L., Dai, Z., & Pan, Y. (2023). Factors Affecting Avatar Customization Behavior in Virtual Environments. Electronics, 12(10), 2286. https://doi.org/10.3390/electronics12102286

Wu, T. L., Gomes, A., Fernandes, K., & Wang, D. (2019). The effect of head tracking on the degree of presence in virtual reality. International Journal of Human-Computer Interaction, 35(17), 1569-1577. https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1555736

Wurtz, S., Cyphert, D., & Duclos, L. K. (2013). Management: Initial Exploration of Management Practice. Journal For Virtual Worlds Research, 6(1). https://doi.org/10.4101/jvwr.v6i1.6322

Xi, N., Chen, J., Gama, F., Korkeila, H., & Hamari, J. (2024). Acceptance of the metaverse: A laboratory experiment on augmented and virtual reality shopping. Internet Research, 34(7), 82-117. https://doi.org/10.1108/INTR-05-2022-0334

Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., & Hamari, J. (2022). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. Information Systems Frontiers. https://doi.org/10.1007/s10796-022-10244-x

Xia, Z., & Hwang, A. (2020). Self-position awareness-based presence and interaction in virtual reality. Virtual Reality, 24(2), 255-262. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00396-8

Xie, Q., Muralidharan, S., Edwards, S. M., & La Ferle, C. (2023). Unlocking the Power of Non-Fungible Token (NFT) Marketing: How NFT Perceptions Foster Brand Loyalty and Purchase Intention among Millennials and Gen-Z. Journal of Interactive Advertising, 23(4), 356-373. https://doi.org/10.1080/15252019.2023.2258875

Xu, J., Liu, S., Yang, W., Fang, M., & Pan, Y. (2024). Beyond reality: Exploring user experiences in the metaverse art exhibition platform from an integrated perspective. Electronics, 13(6), 1023. https://doi.org/10.3390/electronics13061023

Yang, F., Ren, L., & Gu, C. (2022). A study of college students' intention to use metaverse technology for basketball learning based on UTAUT2. Heliyon, 8(9). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10562

Yang, K., Zhang, Z., Youliang, T., & Ma, J. (2023). A secure authentication framework to guarantee the traceability of avatars in metaverse. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 18, 3817-3832. https://doi.org/10.1109/TIFS.2023.3288689

Yang, L., Ni, S.-T., Wang, Y., Yu, A., Lee, J.-A., & Hui, P. (2025). Interoperability of the Metaverse: A Digital Ecosystem Perspective Review. IEEE Engineering Management Review, 53(3), 29-54. https://doi.org/10.1109/EMR.2025.3564923

Yang, P., Stankevicius, D., Marozas, V., Deng, Z., Liu, E., Lukosevicius, A., Dong, F., Xu, L., & Min, G. (2018). Lifelogging Data Validation Model for Internet of Things Enabled Personalized Healthcare. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 48(1), 50-64. https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2586075

Yang, S., Sun, Y., Qazi, A., Lin, J., & Haruna, K. (2022). Social commerce in the new era. Frontiers in Psychology, 13, 1010357. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1010357

Yassien, A., ElAgroudy, P., Makled, E., & Abdennadher, S. (2020). A Design Space for Social Presence in VR. Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Shaping Experiences, Shaping Society, 1-12. https://doi.org/10.1145/3419249.3420112

YATES, F. (1966). The Art of Memory-Vol 3-Frances Yates-1966. Pdf.

Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. Human Communication Research, 33(3), 271-290. https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x

Yee, N., Bailenson, J. N., & Ducheneaut, N. (2009). The Proteus Effect: Implications of Transformed Digital Self-Representation on Online and Offline Behavior. Communication Research, 36(2), 285-312. https://doi.org/10.1177/0093650208330254

Yencha, C. (2023). Spatial heterogeneity and non-fungible token sales: Evidence from Decentraland LAND sales. Finance Research Letters, 58, 103628. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103628

Yi, Y., & Moon, R. H. (2021). Sustained Use of Virtual Meeting Platforms for Classes in the Post-Coronavirus Era: The Mediating Effects of Technology Readiness and Social Presence. Sustainability, 13(15), 8203. https://doi.org/10.3390/su13158203

Yin, B., Wang, Y. X., Fei, C. Y., & Jiang, K. (2022). Metaverse as a possible tool for reshaping schema modes in treating personality disorders. Frontiers in Psychology, 13, 1010971. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1010971

Yin, K., He, Z., Xiong, J., Zou, J., Li, K., & Wu, S. T. (2021). Virtual reality and augmented reality displays: Advances and future perspectives. Journal of Physics: Photonics, 3(2), 022010. https://doi.org/10.1088/2515-7647/abf02e

Yoon, H., Lee, Y., & Shin, C. (2022). Avatar-Based Metaverse Interactions: A Taxonomy, Scenarios and Enabling Technologies. Journal of Multimedia Information System, 9(4), 293-298. https://doi.org/10.33851/JMIS.2022.9.4.293

Yoon, S., & Choi, S. (2023). A Study on the Future Prospect of the Metaverse through Human Cognition. The Journal of Korean Institute of Information Technology, 21(7), 149-168. https://doi.org/10.14801/jkiit.2023.21.7.149

Yousefdeh, S. A. G., & Oyelere, S. S. (2024). Investigating co-presence and collaboration dynamics in realtime virtual reality user interactions. Frontiers in Virtual Reality, 5, 1478481. https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1478481

Yu, J. E. (2022). Exploration of educational possibilities by four metaverse types in physical education. Technologies, 10(5), 104. https://doi.org/10.3390/technologies10050104

Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. Journal of Educational Technology Development and Exchange, 4(1). https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10

Zahorik, P., & Jenison, R. L. (1998). Presence as being-in-the-world. Presence, 7(1), 78-89. https://doi.org/10.1162/105474698565541

Zallio, M., & Clarkson, P. J. (2022). Designing the metaverse: A study on inclusion, diversity, equity, accessibility and safety for digital immersive environments. Telematics and Informatics, 75, 101909. https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101909

Zelenyanszki, D., Hóu, Z., Biswas, K., & Muthukkumarasamy, V. (2023). A privacy awareness framework for NFT avatars in the metaverse. 2023 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), 431-435. https://doi.org/10.1109/ICNC57223.2023.10074107

Zhang, G., Cao, J., Liu, D., & Qi, J. (2022). Popularity of the metaverse: Embodied social presence theory perspective. Frontiers in Psychology, 13, 997751. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.997751

Zhang, L., Anjum, M. A., & Wang, Y. (2024). The impact of trust-building mechanisms on purchase intention towards metaverse shopping: The moderating role of age. International Journal of Human-Computer Interaction, 40(12), 3185-3203. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2184594

Zhang, M., Wang, Y., Zhou, J., & Pan, Z. (2021). Simuman: A simultaneous real-time method for representing motions and emotions of virtual human in metaverse. International Conference on Internet of Things, 77-89. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96068-1_6

Zhang, R., Xue, R., & Liu, L. (2020). Security and Privacy on Blockchain. ACM Computing Surveys, 52(3), 1-34. https://doi.org/10.1145/3316481

Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. Frontiers in Psychology, 13, 1016300. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300

Zhao, Q., Chen, C.-D., Cheng, H.-W., & Wang, J.-L. (2018). Determinants of live streamers' continuance broadcasting intentions on Twitch: A self-determination theory perspective. Telematics and Informatics, 35(2), 406-420. https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.12.018

Zhao, S. (2003). Toward a Taxonomy of Copresence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 12(5), 445-455. https://doi.org/10.1162/105474603322761261

Zhou, Z., Chen, Z., & Jin, X. L. (2024). A review of the literature on the metaverse: Definition, technologies, and user behaviors. Internet Research, 34(1), 129-148. https://doi.org/10.1108/INTR-08-2022-0687

Zhu, R., & Yi, C. (2024). Avatar design in Metaverse: The effect of avatar-user similarity in procedural and creative tasks. Internet Research, 34(1), 39-57. https://doi.org/10.1108/INTR-08-2022-0691

Ziemke, V., Estermann, B., Wattenhofer, R., & Wang, Y. (2023). What Determines the Price of NFTs? 2023 IEEE 29th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS), 1562-1568. https://doi.org/10.1109/ICPADS60453.2023.00220

Ziolkowska, K. (2021). Distributing authority - state sovereignty in the age of blockchain. International Review of Law, Computers & Technology, 35(2), 116-130. https://doi.org/10.1080/13600869.2021.1885108

Zou, W., Zhang, W., Song, J., Yang, F., & Le Callet, P. (2019). A novel method for assessing the spatial presence of omnidirectional videos: Comparing virtual and real world. IEEE Access, 7, 183405-183413. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2920443

Zvarikova, K., Michalikova, K. F., & Rowland, M. (2022). Retail data measurement tools, cognitive artificial intelligence algorithms, and metaverse live shopping analytics in immersive hyper-connected virtual spaces. Linguistic and Philosophical Investigations, 21, 9-24. https://doi.org/10.22381/lpi2120221

La borsa di dottorato è stata cofinanziata con risorse del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza PNRR Componente 1 “Potenziamento dell’offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido all’Università” - Componente 2 “Dalla Ricerca all'Impresa”, Investimento 3.3, Introduzione di dottorati innovativi che rispondono ai fabbisogni di innovazione delle imprese e promuovono l'assunzione dei ricercatori da parte delle imprese”

