

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

Dottorato in Digital Humanities

Curriculum Lingue, Culture e Tecnologie Digitali

Ciclo XXXIV



Tesi di Dottorato

***AUGMENTED HUMANITY:
Tecnologie evolutive e apprendimento
tra necessità e ready made***

RELATORE

Chiar.mo Prof.re Gianni Viardo Vercelli

CANDIDATO: Dott. Saverio Iacono

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Abstract

In recent years technology, in particular digital technology, has assisted the human being in an increasingly pervasive way and the concept of *Augmented Humanity* has started to make its way into various research fields. Nowadays the capabilities of each human being are improved in several ways through technologies, and in the same time they tend to become invisible, turning into ordinary everyday tools.

The research question this thesis is going to investigate is whether augmented humanity is just a trend topic or if it does indeed have a place in the scientific community. Furthermore, this thesis is going to research how some trending technologies, such as extended reality and gamification, could be used in educational fields, to improve learning, or in cultural heritage to enhance communication. Specifically two scenarios are described: the first one is a gamification experiment started in 2016 while teaching in the "Virtual Reality, Augmented Reality and Gamification" class, for the master's degree course in Digital Humanities, which takes advantage of some TV series opening; the second one is the genesis of virtual reality experience made for the Balzi Rossi Prehistorical Museum in Ventimiglia (Italy).

In the conclusions the digital humanist spectrum is proposed, in which, similarly to the extended reality one, you can find different skills levels based on knowledge and tools learned by the digital humanist.

Sommario	
Abstract.....	2
Note introduttive	4
A lla ricerca di un mondo pieno di possibilità.....	5
U no sguardo al passato	24
G aming come medium e tecnologia.....	28
M anipolazione di realtà: le tecnologie della XR.....	35
Tecnologie XR: storia recente della Realtà Aumentata	35
Tecnologie XR: storia recente della Realtà Virtuale.....	45
E xtended Context	56
N ecessità reali	64
T ana ai detrattori.....	65
E sercizi di produzione	75
Gamification e Serie TV	76
Primo anno: Stranger Things (2016-2017)	85
Secondo anno: Westworld (2017–2018).....	87
Terzo e quarto anno: Altered Carbon e Psycho-pass (2018-2020).....	89
Quinto anno: Upload (2020-2021 VRARAGAM e 2021-2022 VRxRobotics).....	91
Raccolta dati.....	92
Risultati	94
Da VRARGAM a VRxRobotics	98
Balzi Rossi Experience: verso la Comunicazione Efficace Immersiva	100
D inamiche di conclusione.....	117
Riferimenti.....	132

Note introduttive

Questa tesi è un tentativo di fondere approcci ingegneristici con approcci umanistici come si può capire fin dal titolo dove quel ready-made è anche un piccolo tributo ad Andy Warhol e Duchamp. Il sommario non è particolarmente folto ma è stata data maggior enfasi ad alcune iniziali con il capolettera allo scopo di evidenziare un processo che porta a capire, passo dopo passo, cosa sia l'Augmented Humanity, perché se ne parla e perché è importante. L'approccio quindi parte dalle fantasie di Isaac Asimov fino a chiudere con la "concretezza" digitale della scientificità del concetto, anche se persino sul finale non mi potrò esimere da fare un piccolo excursus umanistico, a riprova di quanto tecnologia ed essere umano siano storicamente imprescindibili.

A

lla ricerca di un mondo pieno di possibilità

L'innovazione tecnologica degli ultimi anni può in tutto e per tutto essere definita disruptive ossia dirompente, ma è indubbio che si parli di una rivoluzione venuta insospettabilmente da non poi così lontano.

Il primo smartphone risale al 1992 e ancora non si sapeva davvero come chiamarlo, se non con un amichevole "Simon"¹. È curioso sapere quanto questo primissimo smartphone fosse molto vicino ad alcune versioni recenti: dotato di uno schermo tattile e un pennino in dotazione e con "APP"licazioni per gestire un calendario, calcolatrice, orologio, blocco note, client e-mail e per finire un servizio di invio... fax. Il pennino in particolare al giorno d'oggi è un tool destinato a pochi e specifici modelli di smartphone, come la serie Note di Samsung, o dei predecessori palmari, discendenti diretti di Simon, che ebbero poca fortuna con l'uscita nel 2007 del primo iPhone il quale probabilmente sancì la definitiva morte dei palmari in favore degli smartphone come oggi li conosciamo.

Lo smartphone è comunemente stato accettato in sostituzione dei vecchi telefoni cellulari e acquistato, inizialmente, solo come oggetto hi-tech o probabilmente come oggetto di culto, o must-have, di cui la strategia di marketing Apple è la maggiore responsabile. L'arrivo sul mercato del primo smartphone Android nell'anno seguente segna l'inizio dell'ascesa di ciò che al giorno d'oggi è diventato uno strumento di uso quotidiano irrinunciabile. Lo sviluppo parallelo delle reti mobili, partita dall'ipotetico 0G facendo riferimento in Italia alla rete RTMS (Radio

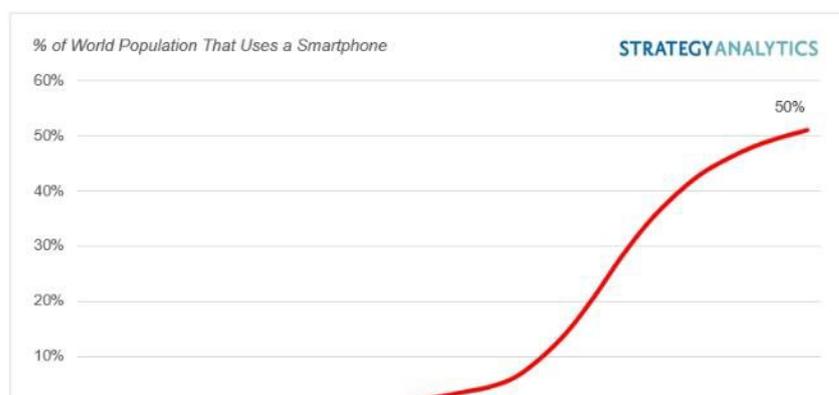


Figura 1 - Global Smartphone User Base: % of World Population (1) (Source: Strategy Analytics, Inc.)

Telephone Mobile System)² installato da Italtel, che introduceva la possibilità di non perdere la comunicazione durante il cambio di

¹<https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-06-29/before-iphone-and-android-came-simon-the-first-smartphone>

² <https://www.sapere.it/enciclopedia/telefon%C3%ACa+cellulare.html>

cella, ha reso possibile non solo l'avvento degli smartphone. Grazie allo sviluppo della rete, in un processo che potremmo definire complementare alla diffusione capillare degli smartphone, con gli anni è stato possibile agire sul digital divide di natura strutturale³. A circa trent'anni da Simon, in un'analisi di "Strategy Analytics"⁴ del 2021, metà della popolazione mondiale è dotata di uno smartphone: 4 miliardi di persone sono dotate di almeno un dispositivo e le proiezioni prevedono il raggiungimento dei 5 miliardi di utilizzatori per il 2030.

A seguito di questo traguardo è evidente quanto la nostra società sia cambiata in questi ultimi anni e di come cose, che fino a una ventina di anni fa erano semplicemente impensabili, ora siano diventate abitudini o oggetti di accompagnamento imprescindibili al pari di un paio di occhiali da vista. Quanto di tutto questo era realmente pensabile o prevedibile?

Il primo riferimento che può venire in mente in quanto a "previsioni del futuro", lasciando da parte indovini e veggenti, è il mondo della fantascienza che da decenni, con le sue utopie e distopie, alimenta i possibili futuri immaginando grandi rivoluzioni; un domani dell'umanità che ad oggi, in alcuni casi, potremmo definire ingenuo, e in altri inimmaginabile. Tra i molti profeti del futuro voglio porre l'attenzione su Isaac Asimov, considerato uno dei padri della fantascienza stessa. Il lavoro di Asimov rientra nella fantascienza propriamente detta e non nella proto fantascienza. L'evento spartì acque che ha segnato il passaggio tra il romanzo scientifico di Jules Verne ed Herbert George Wells ebbe luogo nell'aprile del 1926 con l'uscita del primo numero della rivista statunitense "Amazing stories" ideata da Hugo Gernsback⁵. La rivista segna quindi l'inizio delle visioni del futuro che tutt'oggi ci accompagnano, ospitando i racconti degli stessi Wells e Verne per passare ad altri autori come Robert A. Heinlein, Philip K. Dick, Ursula K. Le Guin e, appunto, Isaac Asimov.

³ Si intende la difficoltà o l'impossibilità di accesso alla rete per mancanza di dorsali in fibra (o meno), impianti di cablaggio adeguati a portare la connessione veloce direttamente nelle abitazioni degli utenti.

⁴ <https://news.strategyanalytics.com/press-releases/press-release-details/2021/Strategy-Analytics-Half-the-World-Owns-a-Smartphone/default.aspx>

⁵ «Amazing Stories», in *Wikipedia*, 13 aprile 2022, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Amazing_Stories&oldid=1082493616.

Asimov, oltre ad essere stato un autore di romanzi di fantascienza che ancora oggi vengono trasposti in film e serie televisive, come il recente “Fondazione” prodotto da Apple TV+, era anche un professore in biochimica all’università di Boston, contribuendo con i suoi scritti anche in ambito di pubblicazioni accademiche. Partendo da questo presupposto di particolare interesse è l’intervista che nel 1983 rilasciò al giornale Toronto Star riguardo al futuro: gli venne chiesto di fare una previsione di come sarebbe stato il mondo di lì a 35 anni. Vale la pena di rileggere alcune parti di quell’intervista per capire cosa Asimov pensasse sarebbe accaduto (Pubblicato originariamente il 31 dicembre 1983)⁶:

«Se guardiamo al mondo come potrebbe essere alla fine di un'altra generazione, diciamo il 2019 — tra 35 anni, lo stesso numero di anni trascorsi dal 1949 quando fu pubblicato per la prima volta 1984 di George Orwell — tre considerazioni devono dominare i nostri pensieri: 1. Guerra nucleare. 2. Informatizzazione. 3. Utilizzo dello spazio.

[...]

L'informatizzazione continuerà senza dubbio, inevitabilmente. I computer si sono già resi essenziali per i governi delle nazioni industriali e per l'industria mondiale: e ora comincia ad essere a proprio agio nelle case. Un prodotto collaterale essenziale, l'oggetto computerizzato mobile, o robot, sta già invadendo l'industria e, nel corso della prossima generazione, penetrerà nelle case. Ci sarà sicuramente resistenza alla marcia dei computer, ma salvo una rivoluzione luddista di successo, che non sembra nelle carte, la marcia continuerà.»

Come da poco descritto gli smartphone sono ovunque e il loro “imperare” testimonia quanto questa previsione fosse azzeccata. La banale presenza della calcolatrice e la possibilità di fare fotografie con gli smartphone ha modificato in maniera sostanziale non solo la società ma anche il modo di lavorare.

⁶ Isaac Asimov, «35 Years Ago, Isaac Asimov Was Asked by the Star to Predict the World of 2019. Here Is What He Wrote», *The Toronto Star*, 27 dicembre 2018, par. World, <https://www.thestar.com/news/world/2018/12/27/35-years-ago-isaac-asimov-was-asked-by-the-star-to-predict-the-world-of-2019-here-is-what-he-wrote.html>.

«La crescente complessità della società renderà impossibile farne a meno, se non corteggiando il caos; e quelle parti del mondo che restano indietro in questo rispetto soffriranno così ovviamente di conseguenza che i loro corpi di governo chiederanno a gran voce l'informatizzazione come ora chiedono a gran voce le armi. L'effetto immediato dell'intensificazione dell'informatizzazione sarà, ovviamente, quello di cambiare completamente le nostre abitudini lavorative. Questo è già successo. [...]»

Ipse dixit, la resistenza al cambiamento tecnologico è un problema ampiamente trattato e conosciuto. Basti pensare, senza uscire dall'Italia, agli investimenti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR⁷) che prevede importanti investimenti proprio sul tema della digitalizzazione della pubblica amministrazione con la creazione, ad esempio, di data center affidabili, sicuri, scalabili, con interoperabilità europea ed energicamente efficienti. Solo per questo obiettivo sono stati stanziati 900 milioni di euro ma il piano ne prevede molti altri per finanziare altri progetti, tra cui l'Accessibilità e il Servizio Civile Digitale; quest'ultimo mira alla formazione di 9.700 volontari e al coinvolgimento di 1 milione di cittadini i quali saranno beneficiari di facilitazione ed educazione digitale, un grosso supporto al cambiamento⁸ che Asimov aveva già teorizzato.

«Non è che l'informatizzazione significherà meno posti di lavoro nel complesso, perché il progresso tecnologico ha sempre, in passato, creato più posti di lavoro di quanti ne abbia distrutti, e non c'è motivo di pensare che non sarà vero anche adesso. Tuttavia, i posti di lavoro creati non sono identici ai posti di lavoro che sono stati distrutti, e in casi simili in passato il cambiamento non è mai stato così radicale. [...] I lavori che appariranno, inevitabilmente, riguarderanno la progettazione, la produzione, l'installazione, la manutenzione e la riparazione di computer e robot e la comprensione di settori completamente nuovi che queste macchine "intelligenti" renderanno possibili. Ciò significa che deve avvenire un grande cambiamento nella natura dell'istruzione e intere popolazioni devono essere rese "alfabetizzate al computer" e devono essere insegnate a confrontarsi con un mondo "high-tech". Ancora una volta, questo genere di cose è già successo. Una forza lavoro industrializzata

⁷ «PNRR», [mise.gov.it](https://www.mise.gov.it), consultato 11 luglio 2022, <https://www.mise.gov.it/index.php/it/pnrr>.

⁸ «Le Misure del PNRR per la Transizione Digitale», PA digitale 2026, consultato 11 luglio 2022, <https://padigitale2026.gov.it/misure/>.

deve, necessariamente, essere più istruita di quella agricola. Le mani sul campo possono andare d'accordo senza sapere leggere e scrivere. I dipendenti della fabbrica non possono. Di conseguenza, nel corso del XIX secolo, nelle nazioni in via di industrializzazione dovette essere introdotta l'istruzione pubblica su larga scala.

[...]

le conseguenze dell'irresponsabilità umana in termini di rifiuti e inquinamento diventeranno più evidenti e insopportabili con il passare del tempo, i tentativi di affrontarlo diventeranno più faticosi. È auspicabile che entro il 2019 i progressi tecnologici mettano nelle nostre mani strumenti che contribuiranno ad accelerare il processo di inversione del deterioramento dell'ambiente.»

Punto abbastanza importante considerando che il già citato PNRR non riguarda solamente la digitalizzazione e l'innovazione ma anche la rivoluzione verde e la transizione ecologica. La necessità di fonti rinnovabili a “zero emissioni” è un problema oggetto di costante attenzione al netto di importanti detrattori. Recentemente è considerata una vera e propria urgenza trovare alternative dopo l'inizio dello scontro Russo-Ucraino a marzo 2022 e di cui, ad oggi, non si vede ancora la fine; non è chiaro quali saranno le ricadute future negli equilibri europei, e non solo, né sulle politiche energetiche, che stanno spingendo con più forza verso la ricerca di alternative.

«In breve, ci sarà una crescente cooperazione tra le nazioni e tra i gruppi all'interno delle nazioni, non per un'improvvisa crescita dell'idealismo o della decenza, ma per la consapevolezza a sangue freddo che qualcosa di meno significherà distruzione per tutti. Entro il 2019, quindi, potrebbe benissimo essere che le nazioni andranno d'accordo abbastanza bene da permettere al pianeta di vivere sotto la debole parvenza di un governo mondiale per cooperazione, anche se nessuno può ammetterne l'esistenza. A parte questi progressi negativi - l'imminente sconfitta della sovrappopolazione, dell'inquinamento e del militarismo - ci saranno anche progressi positivi. L'istruzione, che deve essere rivoluzionata nel nuovo mondo, sarà rivoluzionata proprio dall'agenzia che richiede la rivoluzione: il computer. Sicuramente le scuole esisteranno ancora, ma un buon maestro di scuola non

può fare di meglio che suscitare curiosità che uno studente interessato potrà poi soddisfare a casa alla console della sua presa del computer. Ci sarà finalmente un'opportunità per ogni giovane, e in effetti, per ogni persona, di imparare ciò che vuole imparare: a suo tempo, alla sua velocità, a modo suo. L'istruzione diventerà divertente perché sgorgherà dall'interno e non sarà forzata dall'esterno.»

L'E-learning e quel che ne consegue è il simbolo di questa previsione.

«Mentre computer e robot stanno facendo il lavoro di scut-work della società in modo che il mondo, nel 2019, sembrerà sempre più "correre da solo", sempre più esseri umani si ritroveranno a vivere una vita ricca di svago.

Questo non significa svago per non fare nulla, ma svago per fare qualcosa che si vuole fare; essere liberi di impegnarsi nella ricerca scientifica, nella letteratura e nelle arti, per perseguire interessi fuori mano e hobby affascinanti di ogni tipo.

E se sembra incredibilmente ottimista supporre che il mondo possa cambiare in questa direzione in soli 35 anni (cambiando solo, ovviamente, e non necessariamente avendo ottenuto il cambiamento totalmente), allora aggiungi l'elemento finale al mix. Aggiungi la mia terza frase: utilizzo dello spazio.»

All'alba del 1984, Isaac Asimov predisse che i robot sarebbero stati comuni entro il 2019. Lo sono, in molte forme, anche se i compagni di sesso ricoperti di silicone potrebbero essere stati un passo oltre la sua immaginazione.

«Non è probabile che abbandoneremo lo spazio, essendo arrivati così lontano. E se il militarismo svanisce, ne faremo di più che farne un'altra arena per la guerra. Né faremo semplicemente dei viaggi attraverso di essa.

Entreremo nello spazio per restare.

Con il razzo navetta come veicolo, costruiremo una stazione spaziale e getteremo le basi per rendere lo spazio una casa permanente per un numero crescente di esseri umani.

Estrarre la luna

Entro il 2019, torneremo in forze sulla luna. Non ci saranno solo americani, ma una forza internazionale di una certa dimensione;

e non solo per raccogliere rocce lunari, ma per stabilire una stazione mineraria che elaborerà il suolo lunare e lo porterà in luoghi nello spazio dove può essere fuso in metalli, ceramiche, vetro e cemento: materiali da costruzione per le grandi strutture che saranno messe in orbita attorno alla Terra. [...] E l'umanità, non solo le sue strutture, alla fine sarà nello spazio. Entro il 2019 il primo insediamento spaziale dovrebbe essere sui tavoli da disegno, e potrebbe forse essere in costruzione.

Sarebbe il primo di molti in cui gli esseri umani potrebbero vivere a decine di migliaia, e in cui potrebbero costruire piccole società di ogni tipo, dando all'umanità un'ulteriore svolta di varietà.

In effetti, sebbene il mondo del 2019 sarà molto cambiato rispetto al mondo attuale del 1984, quello sarà solo un barometro di cambiamenti molto più grandi previsti per gli anni a venire.»

Il tema dello spazio ha assunto particolare rilevanza proprio in questi ultimi anni grazie alla SpaceX⁹ di Elon Musk¹⁰, compagnia che ha la missione di costruire mezzi di trasporto interplanetari riutilizzabili e che prevede di portare l'umanità ad essere una specie multiplanetaria, proponendosi di riportare l'uomo sulla Luna e di colonizzare Marte nei prossimi decenni. Anche in questo caso si può dire che Asimov avesse avuto una buona intuizione, per quanto in realtà prevedesse solo la Luna.

Questa lunga porzione dell'intervista, di cui sono state riportate solo alcune parti, mostra quanto tutto sommato le sue valutazioni abbiano per noi, specie umana del ventunesimo secolo, una loro rilevanza. Secondi i detrattori in quest'intervista Asimov aveva perlopiù indovinato le cose facilmente prevedibili; d'altronde anche se il World Wide Web non era ancora nato, Internet invece già esisteva¹¹. Ironicamente si può dire che siamo molto più vicini a "1984" di Orwell che agli scritti di Asimov.

⁹ Space Exploration Technologies Corporation, compagnia aerospaziale: <https://www.spacex.com/>

¹⁰ Imprenditore sudafricano con cittadinanza canadese e naturalizzato statunitense.

¹¹ Joseph Hall, «Isaac Asimov, You Were No Nostradamus», *The Toronto Star*, 27 dicembre 2018, par. World, <https://www.thestar.com/news/world/2018/12/27/isaac-asimov-you-were-no-nostradamus.html>.

L'informatizzazione ha effettivamente modificato il nostro modo di lavorare, comunicare e, in altre parole, di vivere. Non si può certo affermare che non sia richiesta a gran voce l'informatizzazione, l'accesso alla rete difatti è sempre più percepito come un diritto universale piuttosto che un lusso¹²: l'ONU già nel 2011 lo aveva riconosciuto come indispensabile per la protezione della libertà di espressione, la pluralità dell'informazione e per permettere una partecipazione attiva alla costruzione della società. Nonostante le piattaforme social come Facebook siano inaccessibili o censurate in paesi come Russia e Cina, questo non significa che sia possibile o pensabile fare a meno di piattaforme di aggregazione di questo tipo, infatti ognuna di queste è dotata di un suo corrispettivo: ad esempio VKONTAKTE e WeChat riproducono le stesse funzioni e addirittura ne incorporano molte altre, per noi europei divise tra piattaforme come YouTube e Instagram. Al giorno d'oggi, comunque, si può osservare come la specificità delle piattaforme tende a farsi sempre meno marcata, complice la voglia di allargare l'utenza e le varie acquisizioni di nuove realtà, con l'evidente intento di cannibalizzarne le idee e così "innovare" la propria piattaforma.

L'educazione è stata inevitabilmente influenzata da internet e dall'informatica, non da assistenti robotici è vero, ma la formazione digitale ad oggi si può definire come sdoganata a tutti gli effetti. La qualità della formazione tramite E-learning, ossia una forma di insegnamento tramite medium digitale, aveva già in passato dimostrato la propria validità e capillarità in quanto rende possibile la consultazione potenzialmente infinita di contenuti. Permette inoltre di raggiungere più facilmente le persone che vogliono o hanno bisogno di una formazione specifica altrimenti dispendiosa, sia in termini di tempo che di soldi. Le motivazioni possono essere anche l'impossibilità di poter raggiungere il luogo della lezione, o la mancanza di soldi per gli spostamenti, e questo porta a restringere per motivi contingenti l'offerta formativa possibile. Oggi i "motivi contingenti" sono facilmente riconducibili al Covid19, che ha reso impossibile in tutto il mondo per periodi importanti di raggiungere il posto di lavoro o la scuola dietro casa. In buona sostanza il digitale

¹² «Onu: "L'accesso a Internet è un diritto umano"».

ha potenziato i nostri sensi e le nostre percezioni rendendo possibile quelle che una ventina di anni fa (o 37?) sembrava impossibile.

L'Augmented Humanity, ossia l'umanità potenziata di cui parliamo, ci accompagna da sempre e non ne possiamo fare meno: potenziarci è tutto quello che facciamo da quando siamo in fasce, da ormai almeno 200 anni grazie alla scoperta dei vaccini. Ogni scoperta teorica o tecnologica è atta a sviluppare una migliona della vita umana: una migliona delle possibilità di sopravvivenza, di qualità della vita, di conoscenza dell'ambiente circostante e dell'uomo stesso. Parlando di definizioni, la comunità scientifica si è effettivamente avvicinata al termine trasformandolo col tempo in un tema di interesse e la systematic mapping review di Guerrero et al.¹³ pubblicata a gennaio 2022 fa un lavoro importante sul tema. Il lavoro analizza la produzione scientifica dal 2009 al 2020 sui database di Scopus, IEEE, e ACM focalizzandosi sulle parole chiave "augmented human", "human augmentation", e "human 2.0" ottenendo 16,916 risultati totali. Ripetendo la query in data 22/04/2022 solo per IEEE e Scopus le pubblicazioni da aggiungere a questo totale sono 4301, raggiungendo quindi una quota totale ben al di sopra dei 21.000 contributi. Il lavoro di Guerrero et al. ha poi fatto una cernita delle pubblicazioni tenendo conto della presenza di una peer review, dell'essere in lingua inglese e della presenza di basi scientifiche, estrapolandone in tutto 133. Le domande di ricerca che si pongono sono quattro ma quelle che sembrano collimare con questo lavoro sono soltanto due. Prima domanda: qual è la definizione di Augmented Humanity? Che definizione si può ottenere analizzando le pubblicazioni? Seconda domanda: quali aree della conoscenza riguardano il concetto di Augmented Humanity e dove è maggiormente utilizzato? Riguardo le definizioni vale la pena riportare per intero il risultato ottenuto nella survey:

¹³ Graciela Guerrero et al., «Augmented Humanity: A Systematic Mapping Review», *Sensors* 22, n. 2 (10 gennaio 2022): 514, <https://doi.org/10.3390/s22020514>.

Riferimento Articolo	Definizione
14	<i>Augmented Humanity is the improvement of traditional human–human and human–machine interaction by augmenting humans with portable technology and developing new user interfaces.</i>
15	<i>Computers augmenting humans enable instant information access. Yet, interactions between these two sides, the augmented human within an augmented world, are still different from human–human and from device–device interactions.</i>
16	<i>Augmented human is a human whose physical, intellectual and social ability are enhanced by the augmented/Virtual Reality and the smart ICT technology.</i>
17	<i>Human augmentation amplifies and enhances human ability to do work. Encompasses many technologies: prosthetics, orthotics and physically assistive devices that replace missing or lost functions; exoskeletons that extend physical abilities; collaborative systems that work alongside people to fill in and complement human abilities; and socially assistive robots that monitor and motivate human work and effort.</i>

¹⁴ Mihai Bâce, «Augmenting human interaction capabilities with proximity, natural gestures, and eye gaze», in *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '17 (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017), 1–3, <https://doi.org/10.1145/3098279.3119924>.

¹⁵ Vincent Becker, «Augmented humans interacting with an augmented world», in *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*, MobileHCI '18 (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018), 428–29, <https://doi.org/10.1145/3236112.3236179>.

¹⁶ Juyoung Lee et al., «Holistic Quantified Self Framework for Augmented Human», in *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: Technologies and Contexts*, a c. di Norbert Streitz e Shin'ichi Konomi, Lecture Notes in Computer Science (Cham: Springer International Publishing, 2018), 188–201, https://doi.org/10.1007/978-3-319-91131-1_15.

¹⁷ Maja J. Matarić, «Socially assistive robotics: Human augmentation versus automation», *Science Robotics* 2, n. 4 (15 marzo 2017): eaam5410, <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aam5410>.

18	<i>Advanced human augmentation suggests technologies that augment human actions, senses and cognition in new, as yet unexplored ways, in order to enhance human senses, to provide assistive augmentation and to create a seamless technology environment for human interaction.</i>
19	<i>An augmented human is a person who is able to use AR effectively to expand the physical, intellectual and social abilities of the user.</i>
20	<i>Augmented humanity refers to the digital administration of the world, where the human converges with computer electronic devices and instruments, generating a natural environment for the user, where even the user is not aware of the new technologies that he is using for himself.</i>
21	<i>Augmented human refers to a research direction of enhancing or augmenting human abilities by human–computer integration.</i>
22	<i>Augmented human introduces a fundamental paradigm shift in HCI: from human– computer interaction to human–computer integration, and abilities will be mutually connected through the networks (what we call IoA, or Internet of Abilities, as the next step of IoT, Internet of Things).</i>

¹⁸ Tiina Kymäläinen, «Introduction to the Special Session: Design and Research for Advanced Human Augmentation», in *2016 12th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, 2016, 144–46, <https://doi.org/10.1109/IE.2016.30>.

¹⁹ Woontack Woo, «Augmented Human: Augmented Reality and Beyond», in *Proceedings of the 3rd International Workshop on Multimedia Alternate Realities, AltMM'18* (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018), 1, <https://doi.org/10.1145/3268998.3268999>.

²⁰ Geoffrey Brown et al., «Movement augmentation to evaluate human control of locomotor stability», in *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2017, 66–69, <https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8036764>.

²¹ Hyoseok Yoon et al., «A Conceptual Framework for Augmented Smart Coach Based on Quantified Holistic Self», in *Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*, a c. di Norbert Streitz e Panos Markopoulos, Lecture Notes in Computer Science (Cham: Springer International Publishing, 2014), 498–508, https://doi.org/10.1007/978-3-319-07788-8_46.

²² Jun Rekimoto, «Internet of abilities: Human augmentation, and beyond (keynote)», in *2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, 2017, 1–1, <https://doi.org/10.1109/3DUI.2017.7893310>.

23	<i>Human augmentation is a deliberate act. It is a permanent or temporary bodily intervention that changes or augments otherwise normal ranges of human function.</i>
24	<i>Technologies that enhance human productivity and improve or restore capabilities of the human body or mind are an area of computing we refer to as human augmentation.</i>
25	<i>Augmenting human intellect and amplifying perception and cognition as various technologies designed to augment the human intellect and amplify human perception and cognition.</i>
26	<i>Human–computer integration (HInt) is considered a new paradigm with the key property that computers integrate closely with the user. Such integration occurs primarily at the individual level through sensory fusion, with computers providing information directly to the human senses rather than through symbolic representations and understanding the implicit and precognitive needs of the user through biosensitization. However, there is also the observation that this integration occurs at a social level, where the human being and the interface agents make a coordinated effort to achieve a common goal.</i>
27	<i>Human augmentation is an interdisciplinary field that addresses methods, technologies and their applications for enhancing</i>

²³ Nadja Oertelt et al., «Human by Design: An Ethical Framework for Human Augmentation», *IEEE Technology and Society Magazine* 36, n. 1 (marzo 2017): 32–36, <https://doi.org/10.1109/MTS.2017.2654286>.

²⁴ Mike Daily, Antti Oulasvirta, e Jun Rekimoto, «Technology for Human Augmentation», *Computer* 50, n. 2 (febbraio 2017): 12–15, <https://doi.org/10.1109/MC.2017.39>.

²⁵ Albrecht Schmidt, «Augmenting Human Intellect and Amplifying Perception and Cognition», *IEEE Pervasive Computing* 16, n. 1 (gennaio 2017): 6–10, <https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.8>.

²⁶ Florian Floyd Mueller et al., «Next Steps for Human-Computer Integration», in *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020), 1–15, <https://doi.org/10.1145/3313831.3376242>.

²⁷ Roope Raisamo et al., «Human Augmentation: Past, Present and Future», *International Journal of Human-Computer Studies*, 50 years of the International

	<i>sensing, action and/or cognitive abilities of a human. This is achieved through sensing and actuation technologies, fusion and fission of information and artificial intelligence methods.</i>
28	<i>AH involves augmenting humans with devices that can collect data from the individual and the individuals' environment and transmit this data to an external device or service.</i>
29	<i>Human augmentation is an approach to enhancing and empowering human functions with information technologies utilizing robotics and sensing devices.</i>

Tabella 1 - ricostruzione della tabella delle definizioni di Guerrero et al.

L'unica definizione che mi sono permesso di omettere rispetto alla tabella originale è relativa alla "Age of Augmented Humanity" pronunciata per la prima volta nel 2010 dal ex-CEO di Google Eric Schmidt:

«the use of technology to both aid, and replace, human capability in a way that joins person and machine as one.³⁰»

citazione che compone per la prima volta l'espressione Augmented Humanity.

Journal of Human-Computer Studies. Reflections on the past, present and future of human-centred technologies, 131 (1 novembre 2019): 131–43, <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.05.008>.

²⁸ Liam Naughton e Herbert Daly, «Augmented Humanity: Data, Privacy and Security», in *Cyber Defence in the Age of AI, Smart Societies and Augmented Humanity*, a c. di Hamid Jahankhani et al., Advanced Sciences and Technologies for Security Applications (Cham: Springer International Publishing, 2020), 73–93, https://doi.org/10.1007/978-3-030-35746-7_5.

²⁹ Azumi Maekawa et al., «Dynamic Motor Skill Synthesis with Human-Machine Mutual Actuation», in *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020), 1–12, <https://doi.org/10.1145/3313831.3376705>.

³⁰ «The Age of Augmented Humanity», *The Hindu*, 23 settembre 2016, par. Metroplus, <https://www.thehindu.com/features/metroplus/The-age-of-augmented-humanity/article14010133.ece>.

Gli autori, sulla base di questa ricerca e di cinque articoli che hanno il maggior numero di visioni e citazioni (^{31 32 33 34 35}), danno una loro definizione:

«Augmented humanity is a human–computer integration technology that proposes to improve capacity and productivity by changing or increasing the normal ranges of human function, through the restoration or extension of human physical, intellectual and social capabilities.»

È l'anticamera di ciò che verrà in futuro con tecnologie altamente immersive o di "fusione": la wearable technology, come gli smartwatch, ormai presenti ovunque in svariati modelli, o ancora tecnologie di traduzione simultanea tramite AI, che fino a qualche anno fa erano annoverate come fantascienza alla StarTrek, oggi sono funzioni integrate in Microsoft PowerPoint³⁶ e in Microsoft Teams³⁷. Naturalmente il fatto che queste soluzioni esistono non vuol dire che abbiano sempre funzionato al meglio: la prima risale dal 1998³⁸³⁹ dal nome "ATR-MATRIX"⁴⁰ (ATR's Multilingual Automatic Translation System for Information Exchange), direttamente da un laboratorio di ricerca giapponese che si prefiggeva l'obiettivo di poter conversare grazie al telefono cellulare partendo dal giapponese alle altre lingue straniere e viceversa; nella prima versione di ricerca era possibile la traduzione

³¹ Mueller et al., «Next Steps for Human-Computer Integration».

³² Yoon et al., «A Conceptual Framework for Augmented Smart Coach Based on Quantified Holistic Self».

³³ Matarić, «Socially assistive robotics».

³⁴ Daily, Oulasvirta, e Rekimoto, «Technology for Human Augmentation».

³⁵ Schmidt, «Augmenting Human Intellect and Amplifying Perception and Cognition».

³⁶ «Le presentazioni di PowerPoint con sottotitoli automatici in tempo reale», consultato 17 febbraio 2022, <https://support.microsoft.com/it-it/office/le-presentazioni-di-powerpoint-con-sottotitoli-automatici-in-tempo-reale-68d20e49-aec3-456a-939d-34a79e8ddd5f>.

³⁷ «Usare i sottotitoli in tempo reale nelle riunioni di Teams», consultato 17 febbraio 2022, <https://support.microsoft.com/it-it/office/usare-i-sottotitoli-in-tempo-reale-nelle-riunioni-di-teams-4be2d304-f675-4b57-8347-cbd000a21260>.

³⁸ «KIPPO NEWS Wednesday, November 17, 1999», 6 novembre 2008, https://web.archive.org/web/20081106134919/http://www.kansai.gr.jp/kansaiwindowhtml/news/1999-e/19991117_NEWS.HTML.

³⁹ «Primo traduttore speech-to-speech», consultato 18 febbraio 2022, <https://www.punto-informatico.it/primo-traduttore-speech-to-speech/>.

⁴⁰ Toshiyuki Takezawa et al., «A Japanese-to-English Speech Translation System: ATR-MATRIX», s.d., 4.

solo tra giapponese e inglese, mentre era prevista l'implementazione di traduzione per il tedesco e il coreano. È pacifico presumere quanta strada abbia fatto la ricerca da allora e quanti problemi debbano essere risolti, quando ancora oggi le gag di "The Big Bang Theory" su Siri e la speech recognition risultino divertenti o come Alexa o Google Home riescano a deluderci di tanto in tanto. Nonostante questo, è evidente quanto queste stesse creazioni, però, stiano progressivamente diventando più precise e affidabili.

È altresì interessante sottolineare come la review di Guerrero et al. indentifichi con grande precisione il posizionamento del termine nelle varie pubblicazioni, dando un posizionamento scientifico nei maggiori campi d'uso

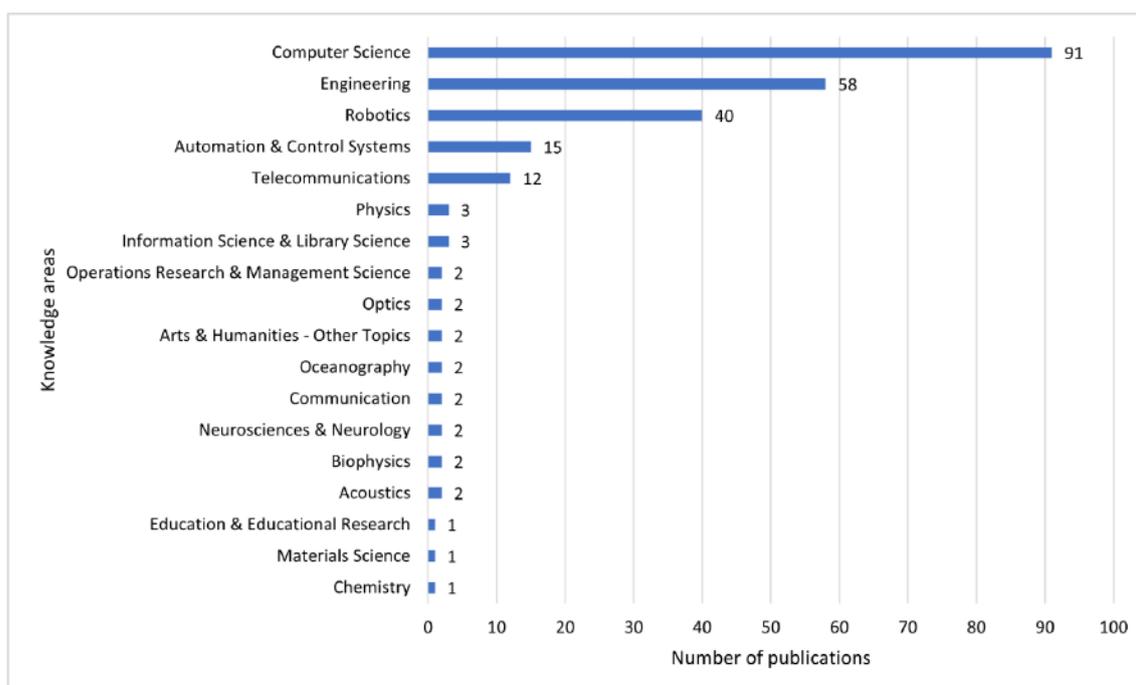


Figura 2 - aree di ricerca evidenziate dalla review di Guerrero et al.

Per quanto la maggior concentrazione, come si poteva già intuire dalle definizioni, sia nei campi della "Computer Science", dell'"Engineering" della "Robotics", è giusto evidenziare come anche nel campo delle "Arts & Humanities" e dell'"Education & Educational Research" sia presente, campi che per quanto siano sacrificati da questa review, non significa che non ne sia stato scritto o che non ce ne sia valenza.

Gli aspetti su cui la tecnologia ricopre ormai un ruolo cruciale sono innumerevoli e l'azzeramento delle distanze è forse al giorno d'oggi il più evidente. Per cercare di dare uno sguardo più complesso al potenziamento umano il lavoro di Peter T. Bryant appare specifico nell'andare ad analizzare l'essere umano in sei punti: raggruppando il primo e il secondo, l'essere umano è "agente" limitato dai suoi bisogni fisiologici, dall'essere prossimali e miopi, mentre la tecnologia, con il preciso compito di compensare e "aumentare", è un agente che può operare in indipendenza dai bisogni fisiologici standard di un essere umano, per esempio in condizioni ambientali proibitive, o ancora sono agenti distali e "lungimiranti". Le tecnologie, quindi, estendono la portata del funzionamento, come quando i telescopi raccolgono informazioni da galassie lontane. Terzo, gli esseri umani sono spesso relativamente lenti e pigri, rispetto alle tecnologie che possono essere veloci e iperattive: le tecnologie quindi accelerano il funzionamento. Quarto, gli esseri umani sono spesso insensibili alla varianza e ai dettagli, mentre le tecnologie possono essere molto precise e ipersensibili: in questo modo, le tecnologie migliorano la precisione e il dettaglio del funzionamento. Quinto, gli esseri umani sono fasci irregolari di funzioni sensoriali, emotive e cognitive, mentre la maggior parte delle tecnologie è altamente focalizzata e coordinata: pertanto le tecnologie migliorano l'affidabilità e la precisione di funzioni specifiche, ad esempio nella produzione controllata da robot. E sesto, gli esseri umani sono distinti come persone, gruppi e collettivi separati, mentre le tecnologie possono essere strettamente compresse, senza confini o strati significativi tra di loro: le tecnologie migliorano così il coordinamento e il controllo funzionale, esemplificato da magazzini e fabbriche automatizzati.⁴¹

Vengono quindi definiti da Bryant sei punti di snodo in cui gli esseri umani e le macchine hanno una propria valenza e in cui gli stessi possono rendersi complementari gli uni agli altri, intervenendo a colmare i punti deboli dei differenti approcci o, più semplicemente, rendendo utile un aspetto semplicemente perché applicato all'altro. Un lente per la miopia ha scarsa se non nulla utilità se non usata

⁴¹ Peter T. Bryant, «Modeling Augmented Humanity», in *Augmented Humanity: Being and Remaining Agentive in a Digitalized World*, a c. di Peter T. Bryant (Cham: Springer International Publishing, 2021), 1–38, https://doi.org/10.1007/978-3-030-76445-6_1.

da una persona miope, come un essere umano difficilmente potrebbe volare se non con un aeroplano. Questi però sono paragoni imperfetti, poiché è sempre l'intelligenza umana o comunque un'intelligenza biologica a dare significato alla tecnologia e a metterla in moto. Bryant fa quindi il passo ulteriore e definisce gli "agenti" e li distingue in tre categorie

1. Agenti umani in quanto attori organici. I loro processi non sono intrinsecamente tecnologici, ma principalmente neurofisiologici, comportamentali e sociali. Il pensiero e l'azione sono diretti da processi biologici e psicosociali. Al massimo, le tecnologie svolgono un ruolo di supporto nell'agire umano.
2. Gli agenti artificiali in quanto attori tecnologici. I loro processi non sono intrinsecamente biologici o organici, ma si basano su sistemi digitali. La performance è diretta da processi artificiali e intelligenti. Gli agenti più avanzati di questo tipo sono completamente autogeneranti e autocontrollati. Al massimo, gli esseri umani svolgono un ruolo di supporto nell'agency artificiale.
3. Gli agenti aumentati sono strette collaborazioni tra agenti umani e artificiali. Quindi, all'interno dell'agency aumentata, i processi sono sia digitalizzati che umanizzati, in misura significativa. Le performance sono risultati collaborativi di agenti umani e artificiali.

Spesso anche per l'orientamento specifico del lavoro, per quel che riguarda gli agenti aumentati, si fa menzione sull'imprevedibilità sul lungo periodo della digitalizzazione e sulle ricadute, potenzialmente disastrose, che potrebbe avere sul futuro senza nuovi sistemi di supervisione su ciò che le intelligenze artificiali mettono in atto e su come queste già mettano in atto delle distorsioni, frutto della imperfezione dell'agente umano, amplificandone i bias. Questi esempi sono molto facili da reperire⁴².

⁴² «The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality», *SA Main Site* (blog), consultato 22 aprile 2022, <https://standards.ieee.org/industry-connections/ethics-extended-reality/>.

L'“algoritmo razzista” è stato in più occasioni oggetto di articoli e discussioni: si discute di come sia possibile che il riconoscimento facciale funzioni con percentuali del 100% su volti di maschi bianchi, mentre la percentuale scende in maniera consistente quando si tratta di donne bianche o uomini e donne di colore. Se da un lato può essere facile presumere che il dataset utilizzato fosse esso stesso “*biased*”⁴³ dal suo creatore, dall'altro è lecito pensare che altre problematiche possano incorrere come l'efficacia dell'algoritmo stesso o la sua programmazione. È evidente che la problematica sia reale e che la comunità europea abbia varato delle linee guida per gestire i rischi che ne derivano è un'altra importante evidenza⁴⁴.

Bryant nel suo lavoro identifica specificatamente l'Augmented Humanity (AH) nel suo risvolto prettamente digitale rilevando come *Digital AH* sia profondamente pervasiva e quanto sia necessaria una sorta di “vigilanza costante” al fine di evitare che, tra le classi di agenti aumentati, gli agenti intelligenti artificiali (che col tempo diventeranno sempre più complessi e capaci potenzialmente di empatia) scalzino dal suo ruolo l'agente umano trasformando la relazione in un'espressione non più collaborativa ma dove l'agente artificiale influisce in maniera negativa sull'agente umano. Viene quindi proposta una “*Science of Augmented Agency*”, definita necessaria e punto di partenza per l'attuazione di una vigilanza attiva e reciproca al fine di evitare distorsioni e devianze. Un primo passo verso il mondo complesso della *Digital AH*, che è già in mezzo a noi e ci influenza⁴⁵.

Dal 2017 il concetto di Augmented Humanity è stato oggetto di costanti survey che possiamo definire di mercato e di previsioni dello stesso, ad opera di Isobar⁴⁶ (oggi parte del gruppo Dentsu), che fin dal primo report hanno evidenziato come le tecnologie smart e quelle che oggi possiamo tranquillamente definire di Extended

⁴³ «Algoritmi razzisti, ecco le cause del problema e le soluzioni in campo», Agenda Digitale, 9 luglio 2020, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/contro-il-razzismo-degli-algoritmi-da-cosa-deriva-e-le-garanzie-che-servono/>.

⁴⁴ «commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_it.pdf», consultato 23 febbraio 2022, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_it.pdf.

⁴⁵ Peter T. Bryant, «Toward a Science of Augmented Agency», in *Augmented Humanity: Being and Remaining Agentic in a Digitalized World*, a c. di Peter T. Bryant (Cham: Springer International Publishing, 2021), 269–94, https://doi.org/10.1007/978-3-030-76445-6_10.

⁴⁶ Agenzia di digital marketing operante a livello globale

Reality(XR)⁴⁷ stanno cambiando il nostro modo di percepire il mondo, soprattutto digitale, e il nostro modo di approcciarci ad esso. Smart speaker, visori, app per smartphone, strumenti che proiettano l'utilizzatore nel presente e futuro; "presente" lo specifico per evidenziare come spesso sia facile constatare che manchi consapevolezza su molte tecnologie attualmente esistenti, senza per forza guardare al futuro. Nei loro white paper Isobar riporta, oltre all'entusiasmo "for a brand new world", anche i problemi già evidenziati, suggerendo come prospettiva dataset più variegati al fine di evitare problemi.

Parla anche di come la tecnologia sia anche in grado di aumentare l'empatia umana Jeremy Bailenson, direttore di Virtual Human della Stanford University Interaction Lab, il quale sta esplorando gli effetti della realtà virtuale sul comportamento: vedere un proprio avatar di 65 anni, ad esempio, rende gli utenti di più propensi a pianificare la pensione.

Nel frattempo "Clouds over Sidra", VR Experience delle Nazioni Unite nella quale l'utilizzatore si ritrova nei panni di un giovane rifugiato siriano, ha ispirato il doppio del tasso di risposta medio per Campagne dell'ONU o dell'UNICEF; questo dato trova per altro ulteriore riscontro da parte di Amnesty International che ha utilizzato la VR proprio per promuovere le donazioni per la crisi siriana, registrando un aumento del 16% nelle donazioni dirette.⁴⁸

Helen Papagiannis⁴⁹ fa un lavoro simile, ma più mirato alla divulgazione, dove vede l'essere umano aumentato in una prospettiva più futuristica ed espone i progetti di ricerca in essere, dove citata, tra le tante esperienze, c'è anche la possibilità di filtrare la realtà rendendo possibile l'esclusione dalla vista di ciò che disturba, in pieno stile distopico alla Black Mirror⁵⁰ Questo esempio viene utilizzato per introdurre il concetto di mediazione di realtà definita da Steve Mann⁵¹ nel 1990 dove, a parte gli ovvi aspetti negativi sull'influenza della nostra percezione del

⁴⁷ Termine ombrello per comprendere l'intero continuum della realtà e virtualità di Milgram e Kishino (1994).

⁴⁸ «First use of virtual reality fundraising a hit with members of the public», consultato 8 marzo 2022, <https://www.amnesty.org.uk/press-releases/first-use-virtual-reality-fundraising-hit-members-public>.

⁴⁹ Helen Papagiannis, *Augmented Human: How Technology Is Shaping the New Reality* (O'Reilly Media, Inc., 2017).

⁵⁰ Episodio "White Christmas" del 2014

⁵¹ Professore di computer science e ingegneria elettrica presso l'università di Toronto.

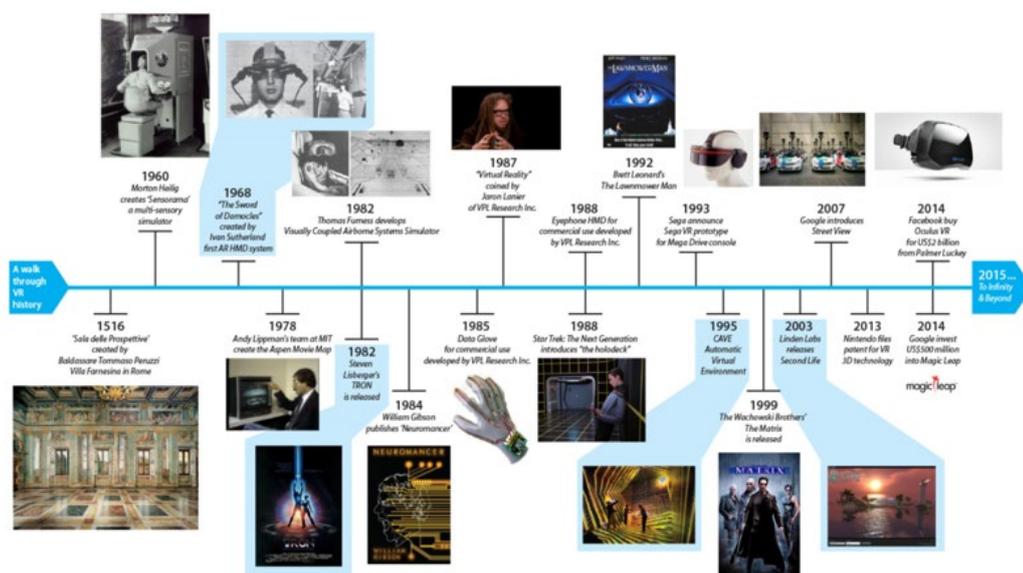
mondo, viene anche esposto l'aspetto positivo del mettere in condizioni l'utilizzatore di focalizzarsi e concentrarsi su un compito ben preciso, eliminando le distrazioni.

Un'ulteriore connotazione viene dal New Mexico Humanities Council, la cui missione è quella di coinvolgere i nuovi messicani nella storia, cultura e in tutti quegli argomenti che hanno un focus umanistico allo scopo di diffondere conoscenza. La serie podcast inaugurata l'11 luglio 2019⁵², attraverso l'aspetto più legato alle Humanities, fa suo il concetto di Augmented Humanity citando l'XR, abbracciando il mondo dell'informazione sui social, il concetto di social justice e il futuro dell'esposizione museale. Contrariamente alle realtà più tecnologiche o ingegneristiche se vogliamo, l'intera serie di podcast fa uso di un diverso filo conduttore nella sua narrazione ossia il digital storytelling attraverso i media, tra cui immancabilmente anche i videogiochi. Vista la matrice degli argomenti trattati non stupisce che l'intera serie podcast, chiamata appunto Augmented Humanity, sia una sottosezione delle "Digital Humanities iniziative".

Uno sguardo al passato
na volta che parliamo di avvento tecnologico della XR sembra naturale pensare a tempi relativamente recenti, ma si può dire, quasi con una nota di poesia, che la culla della XR più che una tecnologia è il sogno stesso; quando dormiamo o sogniamo ad occhi aperti siamo in grado di vedere e immaginare cose apparentemente impossibili che, in modo o nell'altro, ci hanno

⁵² «New Mexico Humanities Council - Does digital storytelling have to follow Aristotle's story elements? Click below to listen to the first podcast in our NEW Augmented Humanity series with KUNM Radio-
<https://podcasts.apple.com/us/podcast/augmented-humanity/id1470963233>
<https://www.kunm.org/rss> Join our hosts Ellen and Craig as they speak with modern explorers working at the intersection of technology and the humanities. They help us to understand ourselves and the worlds we create in this digital age. | Facebook», consultato 8 marzo 2022, <https://www.facebook.com/178928958840396/photos/a.188231604576798/2300177170048887/>.

proiettato verso il futuro. Si può quindi affermare che sia stata la forza dei sogni a guidarci verso il futuro? Guardando questa infografica sembrerebbe di sì.



https://immersivelifeblog.files.wordpress.com/2015/04/vr_history.jpg

Figura 3 - a walk through vr history

Il primo step fa riferimento alla “Sala delle Prospettive” di Villa Farnesina ad opera di Tommaso Baldassare Peruzzi, dove lo spazio della sala è stato “esteso” rappresentando la sua continuazione ideale, mostrando ciò che c’è fuori dal palazzo, come viene ben descritto da Federica Comito:

“Ai lati del salone l’architetto ha dipinto due finte logge con colonne affacciate su Roma, raffigurando un tratto di mura in primo piano con dietro la Chiesa di Santo Spirito, una basilica romana, la Porta Settimiana e a sinistra Monte Mario con Villa Mellini (oggi Osservatorio Astronomico). Per rafforzare l’illusione, Peruzzi arriva a tagliare la lettera “A” del nome di “Agostino Chigi” in un’iscrizione per rendere reale l’effetto tridimensionale della colonna che sporge dalla parete.”⁵³

Di simile scopo sono i dipinti panoramici aventi come soggetto perlopiù battaglie paesaggi o eventi storici; la loro caratterizzazione è legata al voler rappresentare

⁵³ «LA SALA DELLE PROSPETTIVE», *Storia dell’Arte* (blog), 27 agosto 2020, <https://www.progettostoriadellarte.it/2020/08/27/la-sala-delle-prospettive/>.

ampie scene che siano comprensive di dettaglio, che oggi possiamo definire a 360°. Il primo panorama risale al 1787 dove ad Edimburgo il pittore irlandese Robert Barker⁵⁴ descrisse appunto come “panorama” l’esposizione di questo dipinto nel quale il visitatore si immergeva entrando in struttura cilindrica di legno su cui era presumibilmente steso il dipinto. Nonostante siano sopravvissuti pochi dei “panorama” prodotti, anche da altri artisti, questo approccio all’immersione è tutt’oggi in uso presso il “Borodino Battle Museum Panorama” di Mosca, dove un dipinto di 150m x 15 che rappresenta l’omonima battaglia avvolge la parte interna del complesso cilindrico; nel tempo il museo ha raccolto cimeli del periodo e recentemente ha integrato l’esperienza con la realtà aumentata, per una fruizione ancora più immersiva dell’esperienza.⁵⁵

Lo step successivo più recente riguarda il Sensorama⁵⁶ ad opera di Morton Heilig che nel 1960 ebbe l’idea di costruire un cabinato immersivo di cui, tra le cinque esperienze sperimentali prodotte, ne conosciamo una grazie alla testimonianza di Howard Rheingold⁵⁷: l’esperienza consisteva in un giro in motocicletta per le strade di Brooklyn con immagini riprodotte a video in stereoscopia 3D, il suono stereo, il vento stesso con gli aromi, le vibrazioni e il senso di movimento. Nonostante la bontà l’invenzione, brevettata nel 1962, questa non ebbe futuro a causa dei costi di produzione eccessivi che non permettevano di sostenere un’idea che precorreva eccessivamente i tempi. Ironicamente anche il secondo tentativo di immersione in altre realtà non arrivava dal mondo scientifico ma da quello artistico.

Dobbiamo attendere il 1968, anno in cui Ivan Sutherland pubblica un articolo sulla sua “*Sword of Damocles*”, ossia il primo visore a realtà aumentata. Il singolare nome veniva dalla necessità di fissare il visore su un braccio meccanico appeso al soffitto che, oltre a sostenere il peso, tracciava i movimenti fatti dall’utilizzatore il

⁵⁴ «Lost Edinburgh: Calton Hill and the Invention of the Panorama», consultato 16 marzo 2022, <https://www.scotsman.com/whats-on/arts-and-entertainment/lost-edinburgh-calton-hill-and-invention-panorama-1482780>.

⁵⁵ The Best in Heritage, *TBIH2021 IMAGINES | Battle of Borodino Panorama*, 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=2d0sKpL06jo>.

⁵⁶ H. M. H. Archive, *Morton Heilig’s Sensorama Promo late 1980’s*, 2017, <https://vimeo.com/246184069>.

⁵⁷ Howard Rheingold, *Virtual Reality* (Summit Books, 1991).

quale doveva essere a sua volta ben fissato al visore stesso⁵⁸. La “*Sword of Damocles*” segna quindi un importante punto di partenza per la AR, che darà origine all’importante survey di Azuma⁵⁹ il quale stabilirà nel 1997, 29 anni dopo, la definizione di cosa era la realtà aumentata.

Riprendendo ad osservare la timeline, dopo Sutherland segue nel 1978 la prima mappa interattiva creata per scopi militari di familiarizzazione con territori sconosciuti: “*Aspen Movie map*”⁶⁰ che anticiperà Google di 30 anni nella sua idea di rendere navigabile il mondo mettendolo a portata di pollice sui nostri smartphone.

Tra Tron, il Neuromante e l’Holodeck di Star Trek New Generation, curiosamente è Matrix, che sin dal primo film aveva stupito con un affascinante plot twist che disintegrava la realtà percepita, a distanza di oltre vent’anni torna a stupire. Ancora una volta prova a fondersi con la realtà mostrandoci quanto i tempi potrebbero essere maturi per unire reale e virtuale, attraverso la demo tech giocabile di Unreal Engine 5 “*The Matrix Awakens*”⁶¹ dove, dopo un incipit che mostra i protagonisti Neo e Trinity scambiarsi con i loro “digital twins”, mostra il livello di complessità e realismo raggiunto nella grafica real-time del loro motore, funzionando su una console di gioco come Playstation 5, che per quanto eccezionale, non si può definire paragonabile a un pc da qualche migliaio di euro.

Senza seguire pedissequamente i passaggi evidenziati appare evidente come l’autore abbia notato e voluto rimarcare come ci sia un continuo “scambio”, se così si può definire, tra il mondo della scienza e il mondo della fantascienza, tra sognatori e costruttori, “*Dreamer*” che immaginano il futuro e i “*Maker*” che invece,

⁵⁸ Ivan E. Sutherland, «A head-mounted three dimensional display», in *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I, AFIPS '68 (Fall, part I)* (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 1968), 757–64, <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>.

⁵⁹ Ronald T. Azuma, «A Survey of Augmented Reality», *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, n. 4 (1 agosto 1997): 355–85, <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.

⁶⁰ Aubrey Anable, «The Architecture Machine Group’s Aspen Movie Map: Mediating the Urban Crisis in the 1970s», *Television & New Media* 13, n. 6 (1 novembre 2012): 498–519, <https://doi.org/10.1177/1527476411423673>.

⁶¹ «The Matrix Awakens: An Unreal Engine 5 Experience», Unreal Engine, consultato 29 marzo 2022, <https://www.unrealengine.com/en-US/wakeup>.

forse trovando ispirazione dai primi, hanno fatto proprio quei sogni e a piccoli passi li hanno realizzati, portandoci al periodo contemporaneo, all'avvento dei primissimi visori di realtà virtuale ad opera di quella che in tempi recentissimi sta per diventare "solo" storia recente: Oculus.

Gaming come medium e tecnologia

Giocare è un'attività che viene spesso percepita come perdita di tempo, un'attività disdicevole nel momento stesso in cui si passa alla maturità e la fanciullezza svanisce in favore dell'età adulta. Forse oggi con i videogiochi questa percezione si è ulteriormente acuita a causa dei numerosi adolescenti che macinano ore e ore su Fortnite, o l'hanno fatto su Minecraft, o ancora su Clash of Clans. Questa accezione negativa non può prescindere dalla natura variegata e a lungo studiata del gioco, partendo in particolar modo da Huzinga che con il suo studio ne nobilita la natura e gli scopi:

“Nella nostra coscienza il gioco s'oppone alla serietà. Il contrasto rimane provvisoriamente tanto irriducibile quanto la nozione stessa di gioco. Osservandola meglio, l'opposizione gioco-serietà non pare né conclusiva né stabile. Possiamo dire: gioco è nonserietà. Ma questo giudizio, oltre a non dire nulla delle qualità positive del gioco, è estremamente precario. Appena noi dicessimo il «gioco non è serio» piuttosto che: «il gioco è nonserietà», ecco che il contrasto viene già a mancare, perché il gioco può essere benissimo serio.”⁶²

È proprio su queste basi che si fondano i lavori odierni sul gioco e sul suo mondo, per quanto questa tesi voglia avvicinarsi maggiormente al videogioco.

La game designer Brenda Romero sposa in tutto e per tutto questo concetto con la sua serie di giochi non digitali chiamata “*The Mechanic is the Message*”⁶³ in cui esplora il gioco come medium, sperimentando diversi approcci, tra cui spicca “The Train”: progettato nel 2009 dalla Romero e presentato alla Games for Change

⁶² Johan Huizinga, *Homo Ludens* (Taylor & Francis, 1998).

⁶³ «Work», Brenda Romero, consultato 28 marzo 2022, <http://brenda.games/work-1>.

Conference⁶⁴ nello stesso anno, il gioco si presenta non come un classico gioco in scatola ma come piuttosto un'esperienza; c'è un tavolo dedicato dove è posata una finestra con i vetri rotti, su di essa sono poggiati tre binari giocattolo sui quali troviamo tre treni giocattolo, ognuno sul suo binario e dotati di due vagoni per il trasporto passeggeri. A lato del tavolo c'è un mazzo carte in stile "imprevisti" del Monopoli, una macchina da scrivere, dei dadi, per determinare di quanto si sposta il treno verso la destinazione, e infine delle pedine gialle a rappresentare i passeggeri. Scopo del gioco: raggiungere la destinazione portando più passeggeri possibili. Meccaniche semplici e chiare, che richiedono un po' di ingegno e tattica da parte dei giocatori per infilare più pedine possibili nei vagoni, che sembrano avere porte troppo piccole per le pedine, mentre grazie alle carte di imprevisti cercano dove possibile di trarre vantaggio sugli altri giocatori. L'anonimia di questo gioco, di poco diverso dall'intramontabile gioco dell'oca, viene improvvisamente spezzata quando il giocatore finalmente arriva a destinazione che fino a quel momento era sconosciuta e non considerata importante: Mauthausen, Dachau e infine Auschwitz. Le reazioni dei giocatori nelle varie occasioni in cui il gioco è stato proposto che sono riportate dai vari blog e articoli testimoniano un certo sgomento, stupore e inquietudine, reazioni che non si pensava potessero esserci per un semplice gioco, per una meccanica di gioco al quanto banale che porta a un macabro epilogo. Un gioco per parlare di cose serie, dove nulla è lasciato al caso: la macchina da scrivere è dello stesso modello utilizzato dalle SS, l'anta di finestra utilizzata con i vetri rotti un richiamo alla notte dei cristalli, mentre le entrate dei vagoni non sembravano più piccole delle pedine, lo erano effettivamente: Romero vuole che i giocatori si ingegnino a cercare di infilare le pedine all'interno dei vagoni incastrandole nel modo che preferiscono, anche quando palesemente non trovano i giusti spazi, forzandole e stipandole all'interno, esattamente come succedeva agli ebrei in quei viaggi di deportazione verso i campi di concentramento.

⁶⁴ Jamin Brophy-Warren, «The Board Game No One Wants to Play More Than Once», *Wall Street Journal*, 24 giugno 2009, par. Speakeasy, <https://www.wsj.com/articles/BL-SEB-2186>.

Al netto degli inevitabili richiami alla “banalità del male”⁶⁵ e al seguente “effetto lucifero”⁶⁶, il gioco ripropone l’esatta esperienza in cui persone normali, nell’anonimato dato dalla burocrazia, si ritrovano a cercare di svolgere un compito al meglio, indipendente da ciò che stanno trattando. La meccanica è il messaggio, l’agire e l’interazione diventano protagonisti e veicoli di apprendimento di un’esperienza. Mantra che viene altresì riportato in altri lidi, rifacendosi al vecchio “show, don’t tell” dedicato alla scrittura, che nel videogioco si trasforma in “play, don’t tell”⁶⁷ dove non basta creare buone storie, ma è necessario costruire un gameplay di interazione con queste storie in modo tale da trasmettere il senso di ciò che accade non solo con i dialoghi, ma soprattutto con le azioni, vera propria forza del medium interattivo, che sono appunto i videogiochi.

“*Passage*” di Jason Rohrer ne è probabilmente uno degli esempi più rappresentativi nel campo dei videogiochi. Grafica in pixel art, il videogioco diventa una forma d’arte. In un striscia di pixel prende vita un’esperienza di gioco di pochi minuti, che si trasforma in un memento mori pieno di significato⁶⁸. I soli pulsanti delle frecce direzionali della tastiera fanno da comandi di esplorazione di un mondo dove semplicemente occorre muoversi lungo la striscia di pixel verso destra, in cui spazio e tempo si susseguono, mentre si cercano obiettivi da conquistare (amore, tesori). Per ogni passo in avanti nel gioco il punteggio del protagonista sale e la vita si consuma fino all’inevitabile epilogo. Qui il gameplay ci racconta che la vita va sempre avanti, tornare indietro non si può (tornando sui propri passi il conteggio dei punti si ferma), che insieme si può crescere di più se c’è amore (all’avanzamento si ottengono circa il doppio dei punti) e che insieme, però, bisogna tenere conto dei bisogni dell’altro e non si può andare egoisticamente dove si vuole (la coppia diventa un’entità più grande che non può passare nei corridoi più stretti dove c’è un tesoro, ad esempio).

⁶⁵ Hannah Arendt, *La banalità del male. Eichmann a Gerusalemme* (Feltrinelli Editore, 2001).

⁶⁶ Philip G. Zimbardo, *L’effetto Lucifero: cattivi si diventa?* (R. Cortina, 2008).

⁶⁷ Tobias Heussner et al., *The Game Narrative Toolbox* (CRC Press, 2015).

⁶⁸ Ian Bogost, *How to Do Things with Videogames* (U of Minnesota Press, 2011).

Il gioco attraverso il gameplay trasmette questi concetti senza avere al suo interno alcuna parola, ad esclusione del titolo che appare all'inizio e alla fine di ogni partita, andando a chiudere il cerchio, presumibilmente, della vita, dando corpo a quel *"play don't tell"*⁶⁹ che deve caratterizzare quei videogiochi che intendono raccontare qualcosa attraverso di sé. *"Passage"* è il risultato di un esperimento nato da un contest che richiedeva di sviluppare in videogame in settanta giorni alla più bassa risoluzione possibile. Questo capolavoro è entrato a partire dal 2012 nella collezione permanente del museo di arte moderna di New York⁷⁰

Naturalmente non è l'unico caso, le produzioni di alto profilo o meno con qualcosa da dire si sono susseguite in gran numero e non è scopo di questa tesi dire da quando, ma piuttosto evidenziare che, ironicamente, il passaggio da strumento di puro intrattenimento a medium è avvenuto su più livelli e da più parti.

*"September 12th: a toy world"*⁷¹ è un altro caso di gioco serio, appartenente in tutto e per tutto alla categoria dei *"serious game"*⁷², in cui l'unico obiettivo del giocatore è quello di lanciare bombe sui terroristi islamici, ma data la grande imprecisione e il voluto input lag, queste bombe creano spesso più vittime tra i civili che tra i terroristi; coloro che restano piangono i morti e nutrono odio verso il responsabile (il giocatore) fino a dismettere i panni di semplice cittadino e diventando a loro volta terroristi. Violenza genera violenza e ben presto ben pochi civili resteranno sullo schermo, dove l'effetto delle bombe avrà il solo risultato di produrre più terroristi, più resistenza, più odio.

⁶⁹ Tobias Heussner et al., *The Game Narrative Toolbox* (CRC Press, 2015).

⁷⁰ «Jason Rohrer. *Passage*. 2007 | MoMA», The Museum of Modern Art, consultato 28 marzo 2022, <https://www.moma.org/collection/works/145533>.

⁷¹ «Serious Game Classification : September 12th: a toy world (2003)», consultato 29 marzo 2022, <https://serious.gameclassification.com/EN/games/734-September-12th-a-toy-world/index.html>.

⁷² "A serious game is a digital game created with the intention to entertain and to achieve at least one additional goal (e.g., learning or health). These additional goals are named characterizing goals." Ralf Dörner et al., «Introduction», in *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*, a c. di Ralf Dörner et al. (Cham: Springer International Publishing, 2016), 1–34, https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_1.

Numerosi sono i progetti di giochi che portano il loro contributo ben oltre il mero intrattenimento: mi permetto di citare ancora il “*Progetto Ustica*”⁷³, serious game della memoria sul tragico volo del DC9 Itavia; “*A Blind Legend*”⁷⁴, un videogioco per non vedenti dove il sound design e l’audio binaurale sono l’elemento preponderante e solo alcuni movimenti delle dita sullo schermo nero dello smartphone sono le interazioni.

Come produzioni leggermente meno di nicchia abbiamo “*Town of Light*”⁷⁵, dove nei panni della sedicenne Renée si affronteranno gli orrori delle terapie psichiatriche della fine degli anni trenta, nella location perfettamente ricostruita dell’ex ospedale psichiatrico di Volterra; “*Hellblade: Senua’s Sacrifice*”⁷⁶, dove la protagonista, affetta da psicosi, deve affrontare un viaggio di accettazione di sé stessa e del suo passato in una ambientazione Norrena, tra enigmi battaglie e le voci, che la protagonista indentifica come Furie, che grazie all’audio binaurale avvolgono la protagonista e il giocatore per tutta la durata dell’esperienza di gioco, in una simulazione fedele della psicosi di Senua, validata dalla consulenza⁷⁷ di Paul Fletcher⁷⁸ e Wellcome Trust.⁷⁹

Dal serious game (assimilabile al game based learning) alla gamification quindi il passo è stato breve: Nick Pelling usò il termine per la prima volta nel 2003, termine poi ripreso da Sebastian Deterding⁸⁰ e in seguito affermatosi in maniera definitiva. Diversamente dal game based learning, che attraverso un gioco si propone di

⁷³ «Progetto Ustica | IV Productions», consultato 29 marzo 2022, <https://www.ivproductions.it/progetto-ustica/>.

⁷⁴ «A Blind Legend», DOWiNO, consultato 29 marzo 2022, <https://www.dowino.com/en/realisations/serious-game-a-blind-legend/>.

⁷⁵ Ika.it, «The Town of Light», The Town of Light, consultato 29 marzo 2022, <http://www.thetownoflight.com/>.

⁷⁶ «Hellblade | Senua’s Sacrifice | Ninja Theory», consultato 29 marzo 2022, <https://www.hellblade.com/>.

⁷⁷ Ninja Theory, *Hellblade Development Diary 12: The Mind of Senua*, 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=zS6wHzwUDI4>.

⁷⁸ Psichiatra e professore in neuroscienze all’università di Cambridge

⁷⁹ Ente di beneficenza con focus principale sulla salute con sede a Londra

⁸⁰ Sebastian Deterding et al., «From game design elements to gamefulness: defining “gamification”», in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek ’11 (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2011), 9–15, <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.

istruire su un contenuto, la gamification si applica a contesti non di gioco, inserendosi in quel contesto con tecniche e meccaniche per migliorare engagement ed esperienza. Esplosa nel 2012, il MOOC su Coursera ad opera di Kevin Werbach⁸¹⁸² e i libri di Karl Kapp⁸³⁸⁴ e di Yu-kai Chou⁸⁵⁸⁶ hanno dato il via alla diffusione del termine e all'uso consapevole su più larga scala, oltre che creato molto fermento nel campo della ricerca in quegli anni. Naturalmente non è mancato il criticismo nei confronti di quella che sembrava un'onda inarrestabile, Ian Boghost⁸⁷ non andò molto per il sottile sul suo blog personale:

“Gamification is bullshit”⁸⁸

Fu il titolo del suo articolo dove descrisse la gamification come una vera e propria operazione di marketing che aveva il solo scopo di creare un bisogno dove non c'era, ergendosi a panacea di tutti i mali, grazie alla sua semplicità d'adozione ed effettivamente l'esperienza successiva gli ha dato in parte ragione. Spesso e volentieri la gamification viene assimilata alla triade “PBL”, ossia Points, Badge and Leaderboard, unici elementi necessari facilmente integrabili ovunque. Ovviamente la gamification non è questo, non è integrabile in tutto ed è anche impensabile che sia sempre utile allo scopo, quanto piuttosto vada considerato uno strumento da associare ad esperienze sane e non insane. Kapp già nei suoi interventi la definisce non perfetta in ogni situazione mentre Werbach e Hunter, nella riedizione di “*For The Win*”⁸⁹, correggono il tiro definendo un errore considerare la PBL come LA soluzione. Essi espandono invece il concetto

⁸¹ Professore associato in Legal Studies e Business Ethics presso la Wharton University

⁸² «Gamification», Coursera, consultato 29 marzo 2022, <https://www.coursera.org/learn/gamification>.

⁸³ Professore al Bloomsburg University's Institute for Interactive Technologies

⁸⁴ Karl M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education* (John Wiley & Sons, 2012).

⁸⁵ Business Consultant, Experience designer, ideatore dell'Octalysis Framework per la gamification

⁸⁶ Yu-kai Chou, *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards* (Packt Publishing Ltd, 2019).

⁸⁷ Professore alla Washington University in St. Louis, co-founder di Persuasive Games

⁸⁸ «Gamification Is Bullshit», Bogost.com, consultato 29 marzo 2022, http://bogost.com/writing/blog/gamification_is_bullshit/.

⁸⁹ Kevin Werbach e Dan Hunter, *For the Win, Revised and Updated Edition: The Power of Gamification and Game Thinking in Business, Education, Government, and Social Impact* (Wharton School Press, 2020).

segnalando che l'adozione di approcci troppo competitivi avrebbe messo in difficoltà coloro che non si sentono attivati dalla competizione, finendo poi a sentirsi demotivati dal ritrovarsi nei posti più bassi della classifica. Finita quindi l'onda di marketing aggressivo sull'argomento, è ragionevole affermare che in questi anni si possa fare una ricerca più assennata senza dover rincorrere un trend topic fortunatamente esaurito.

M anipolazione di realtà: le tecnologie della XR

In questo capitolo estremamente didascalico, ma per buone ragioni, si rende necessario andare a descrivere che cosa sia successo dal 2016 in poi con l'avvento di Oculus Rift, dopo i suoi primi dev kit. Finalmente ecco la rivoluzione della VR come era stata sognata in film come il Tagliaerbe. La società fondata da Palmer Luckey aveva finalmente raggiunto il suo obiettivo tramite una campagna kickstarter di enorme successo nel 2012⁹⁰ attraendo, oltre a varie personalità del settore videoludico come John Carmack⁹¹, l'interesse di svariati investitori tra cui Facebook. La società di Zuckerberg nel 2014 decise di acquisire la compagnia aggiungendo un nuovo assets da sfruttare per qualcosa che sarebbe venuto sette anni dopo, con la sua trasformazione in Meta⁹². Nel frattempo, Google rilascia nel 2013 l'edizione per developer dei Google Glass, ossia il primo head mounted display per l'augmented reality che sembrava pronto di lì a poco al mercato globale.

Per maggior chiarezza i due tipi di visori verranno affrontati separatamente

Tecnologie XR: storia recente della Realtà Aumentata

La notorietà della AR è esplosa in occasione della prima presentazione avvenuta il 4 aprile 2012 dei Google Glass quando Google rilasciò delle foto e un video concept chiamato "Project Glass: One Day..."; il video in questione mostrava dal punto di vista di un utilizzatore quella che sarebbe stata una giornata tipo indossando gli smart glasses⁹³. I Google Glass, o semplicemente **Glass**, sono degli smart glasses, ossia un optical head-mounted display che è stato disegnato sotto forma di un paio di occhiali. Sono stati sviluppati da X (un'organizzazione semi-segreta americana di ricerca e sviluppo fondata da Google nel gennaio 2010,

⁹⁰ «Oculus Rift: Step Into the Game», Kickstarter, consultato 29 marzo 2022, <https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>.

⁹¹ Programmatore e video game developer noto per essere lo storico creatore del videogioco "Doom". Attualmente è CTO in Reality Labs, la divisione VR di Meta (Facebook).

⁹² «The Facebook Company Is Now Meta», *Meta* (blog), 28 ottobre 2021, <https://about.fb.com/news/2021/10/facebook-company-is-now-meta/>.

⁹³ Pocket-lint, «Google Glass: A Brief History», 16 gennaio 2015, <https://www.pocket-lint.com/ar-vr/news/google/132399-google-glass-a-brief-history>.

precedentemente nota come Google X) con lo scopo di produrre un ubiquitous computer.⁹⁴ I Google Glass sono stati ideati per fornire informazioni in un formato simile a quello degli smartphone ma senza il bisogno di utilizzare le interazioni manuali: gli utilizzatori, infatti, comunicavano attraverso comandi vocali.⁹⁵⁹⁶

I primi prototipi chiamati “Glass Explorer” furono messi sul mercato il 15 aprile 2013 per un periodo limitato al prezzo di 1500 dollari, prima di essere resi disponibili al pubblico il 15 maggio 2014.



Figura 4 - Google Glass Explorer edition (2014) licenza CC3.0

I Glass Explorer avevano le seguenti caratteristiche hardware

- Android 4.4 (KitKat)
- 640×360 Himax HX7309 LCoS display

⁹⁴ Ubiquitous computing o ubicomp è un modello post-desktop di interazione uomo-macchina che prevede la completa integrazione dell'elaborazione delle informazioni all'interno di oggetti e attività di tutti i giorni.

⁹⁵ «Google Glass», in *Wikipedia*, 7 aprile 2022, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Google_Glass&oldid=1081472624.

⁹⁶ D. B. Forinash, «Google Glass», *CALICO Journal* 32, n. 3 (2015): 609–17.

- 5-megapixel camera, per registrazioni video fino a 720p
- Wi-Fi 802.11b/g
- Bluetooth
- 16 GB memoria di cui 12 GB disponibili
- Texas Instruments OMAP 4430 SoC 1.2 Ghz Dual (ARMv7)
- 1 GB RAM
- Giroscopio a 3 assi, accelerometro a 3 assi e bussola a 3 assi
- Sensore di luce ambientale e prossimità
- Trasduttore audio a conduzione ossea

Questi device, che al momento dell'annuncio sono stati caricati di molte aspettative, considerandoli come la naturale evoluzione degli smartphone e futuro device di punta, sono invece ad oggi considerati uno dei più grandi fallimenti di Google. Le ragioni sono molteplici.

Se da una parte il costo molto alto era proibitivo per la maggior parte degli utenti, impendendone di fatto di diventare un device di massa, dall'altra parte le questioni legate alla privacy ne hanno fatto un nemico pubblico. La possibilità dei Glass di scattare foto o girare video in maniera totalmente irrilevabile ha scatenato una vera e propria paranoia nel pubblico di essere registrati segretamente dagli utilizzatori dei Google Glass, portando alla coniazione del termine "Glasshole" usata per descrivere le persone che non utilizzavano questo dispositivo in una maniera socialmente accettabile. Infine, dopo che alcune aziende e ristoranti bandirono addirittura l'utilizzo dei Glass al loro interno, Google pubblicò una serie di regole di comportamento per gli utilizzatori del loro dispositivo, ma ormai l'opinione pubblica si era stancata dei Google Glass e questo portò nel 2015 alla cessazione della produzione.

La presentazione però lasciò una scia di dubbi, non sulle possibilità di questo mezzo ma piuttosto sul fatto che la tecnologia e la tecnica del periodo fossero all'altezza di quanto mostrato inizialmente. Nel 2015 tutti gli attori coinvolti nel seguire l'onda della rivoluzione iniziata coi Google Glass (tra cui Epson, Vuzix, Atheer lab, Daqri e Meta) hanno operato un ridimensionamento delle promesse.

Sempre nel 2015 Microsoft, che fino a qualche anno prima era rimasta a guardare nel campo della AR, si è avvicinata al mercato in maniera più cauta con il lancio degli HoloLens, anche questi estremamente avveniristici. Si proposero con un development kit prevedendo, in maniera decisamente più realistica, dei risultati utili



Figura 6 - HoloLens prima generazione

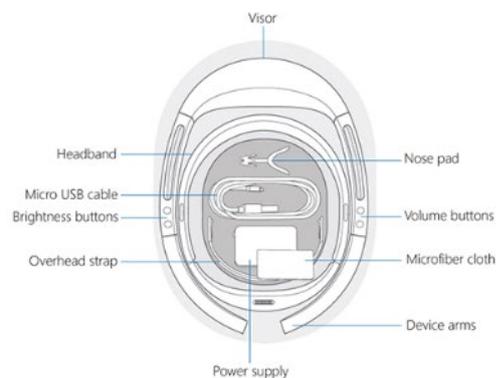


Figura 5 - dettaglio componenti

per il mercato consumer non prima del 2020.⁹⁷ Le cose non sono andate come auspicato neanche in questo caso, ed era lecito aspettarsi che se un device a confronto più discreto come i Glass era stato rifiutato, non poteva di certo avere una sorte migliore un visore addirittura più ingombrante ed evidente. Inoltre il costo estremo più alto di partenza, 5000\$ che nella sua seconda versione è sceso a 3.500\$ in fase di preorder, non l'hanno mai reso una soluzione da prendere in considerazione dal mercato consumer. Di fatto Microsoft, complice la contrazione del mercato dei visori AR, ha sempre trovato spazio su soluzioni di business o di ricerca con una preponderanza nel campo medico (55%) e in quello ingegneristico (45%), da quanto risulta in una review pubblicata nel 2021.⁹⁸ Ad oggi non si può dire che HoloLens, giunto nel 2022 alla sua versione 2, abbia conquistato il mercato consumer, semplicemente perché date le premesse non era possibile. L'annuncio della cancellazione di HoloLens 3 suggerisce che sia in programma un cambio di

⁹⁷ Justin Lafferty SEPTEMBER 17 e 2015, «For Consumers, Microsoft's HoloLens Is Still About 5 Years Away», consultato 23 aprile 2022, <https://www.adweek.com/performance-marketing/consumers-microsofts-hololens-still-about-5-years-away-166994/>.

⁹⁸ Sebeom Park, Shokhrukh Bokijonov, e Yosoon Choi, «Review of Microsoft HoloLens Applications over the Past Five Years», *Applied Sciences* 11, n. 16 (gennaio 2021): 7259, <https://doi.org/10.3390/app11167259>.

rotta, probabilmente verso una soluzione AR Cloud Based in collaborazione con Samsung, per spingersi verso il mercato consumer⁹⁹.



Figura 7 - l'uso "on the road" di Pokémon Go

Apple dopo la strategica acquisizione della startup di successo Metaio¹⁰⁰, che fino al 2015 era considerata una pioniera di tutto di rispetto in campo AR, ha taciuto a lungo e solo in tempi recenti vengono riportate notizie sempre più

insistenti sull'imminente annuncio degli Apple Glass¹⁰¹. Nel tempo l'unico vero successo dell'Augmented Reality per il mercato consumer, dopo vari tentativi, fu l'uscita per il mercato di massa di "Pokémon GO"¹⁰²; il gioco, forte di un nutrito fandom intergenerazionale, è riuscito a coinvolgere milioni di persone nella caccia ai Pokémon, creando un nuovo bacino di giocatori mobile e guadagnando centinaia di migliaia di dollari al giorno. In questi ultimi anni, dopo tanti proclami, l'unica e vera killer-application della AR fu... un gioco.

Ma cosa si intende con "realtà aumentata"? Nel 2005 era definita come sovrapposizione di realtà virtuale sulla realtà, nel 2010 invece come una sovrapposizione di livelli informativi all'esperienza reale; oggi significa "arricchimento della percezione sensoriale umana mediante informazioni, in genere convogliate e manipolate elettronicamente, che normalmente non

⁹⁹ Daniel Rubino last updated, «The Problem for a Consumer HoloLens Was Always the Lack of Windows Phone», Windows Central, 8 febbraio 2022, <https://www.windowscentral.com/problem-consumer-hololens-was-always-lack-windows-phone>.

¹⁰⁰ «Apple Acquires Augmented Reality Company Metaio», TechCrunch (blog), consultato 23 aprile 2022, <https://social.techcrunch.com/2015/05/28/apple-metaio/>.

¹⁰¹ Kate Kozuch published, «Apple Glasses: Everything We've Heard so Far», Tom's Guide, 21 aprile 2022, <https://www.tomsguide.com/news/apple-glasses>.

¹⁰² Pokémon Go è un gioco free to play in realtà aumentata geolocalizzata con GPS sviluppata dalla software house Niantic.

sarebbero percepibili con i cinque sensi”¹⁰³. Risulta abbastanza curioso che la definizione più completa secondo chi scrive, si rifaccia a una pubblicazione del Sole24Ore del 2005, diffusa da Wikipedia.

L’enciclopedia online Treccani la definisce, con tanto di esempi, in questo modo:

«realtà aumentata locuz. sost. f. – Tecnica di realtà virtuale, in inglese Augmented Reality (AR), attraverso cui si aggiungono informazioni alla scena reale. Questa tecnica è realizzabile attraverso piccoli visori sostenuti, come i caschi immersivi, da supporti montati sulla testa che permettono di vedere la scena reale attraverso lo schermo semitrasparente del visore (see-through), utilizzato anche per mostrare grafica e testi generati dal computer. Applicazioni di elezione della r. a. sono tutte quelle situazioni in cui è necessario un supporto manualistico contestuale alle operazioni effettuate, in cui devono essere fornite indicazioni nel luogo e al momento opportuni, come, per es., nel caso della manutenzione oppure dell’assemblaggio in una catena di montaggio. Nella sua espressione più completa, un sistema di r. a. acquisisce continuamente la scena osservata attraverso una telecamera solidale con il visore e ne analizza il contenuto con algoritmi di visione artificiale per determinare il punto di vista dell’osservatore rispetto a essa (registrazione reale-virtuale o pose estimation). Questo dato permette di proiettare, attraverso il visore, la grafica di arricchimento della realtà (freccie, indicazioni, testi, modelli tridimensionali di parti in sovrapposizione a quelle reali, ecc.) in modo da collimare perfettamente nel sistema occhio-scena e fornire così le indicazioni ‘agganciate’ alla posizione cui si riferiscono indipendentemente, entro certi limiti, dal punto di osservazione. I sistemi di r. a. ricorrono a una premarcatura della scena in esame con figure che, riconosciute, ne costituiscono

¹⁰³ «Realtà aumentata», in *Wikipedia*, 21 aprile 2022, https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Realt%C3%A0_aumentata&oldid=126922784.

precisi riferimenti spaziali (fiducials), oppure si servono di immagini di riferimento preacquisite limitando così la sovrapposizione a superfici piane (matching planare), comunque orientate nello spazio. La sfida della ricerca è sviluppare algoritmi sempre più sofisticati che permettano la corretta sovrapposizione spaziale in 3D senza la necessità di premarcatura della scena, improponibile nella maggior parte dei contesti applicativi. Di grande interesse per la r. a. è la possibilità di impiegare apparecchi di mobile computing di grande diffusione, come i tablet PC, i compatti UMPC (Ultra mobile personal computer), e anche dispositivi di convergenza con la telefonia mobile come iPad, iPhone o altri del genere equipaggiati di telecamera che punti dal lato opposto al display, oltre a sistemi di geolocalizzazione e di orientamento locale (GPS, accelerometri e così via). La combinazione reale-virtuale in optical see-through avviene attraverso display semitrasparenti, ma questa tecnica introduce la problematica di dover considerare anche la posizione dell'occhio dell'osservatore per la corretta collimazione. Più semplicemente, invece, in video see-through si sceglie di riprodurre come background dell'applicazione il video acquisito in tempo reale dalla telecamera, su cui è sovrapposta la grafica di annotazione view-dependent.»

È da notare come questa definizione più recente travisi e limiti quello che è il campo della realtà aumentata e in nessuna sua parte citi qualsivoglia altro senso oltre alla vista.

L'Augmented Reality, nella sua accezione perlopiù visuale quindi, si basa sull'inquadrare, con un device dotato di videocamera, un elemento che inizializza l'esperienza e attiverà l'informazione aumentata. I due macro gruppi in cui si divide il sistema di inizializzazione-riconoscimento sono definiti marker-based e marker-less. I marker based sono generalmente immagini stampate su un foglio o semplicemente presenti nell'ambiente, che fanno da iniziatore; la tipologia di marcatore della categoria marker-based più conosciuta è il QR-code che,

esattamente come un codice a barre, identifica un oggetto in modo univoco restituendo informazioni specifiche sullo stesso.



Figura 8 - esempio di QR Code scansionabile recante la scritta "Ciao! Sono un QR Code!" generato su <https://qrcode.tec-it.com/it>

Una via apparentemente semplice per comunicare la presenza di un contenuto aggiuntivo o aumentato da consultare è la presenza di un QR-code, velocemente scansionabile da un QR-reader sullo smartphone. La tecnologia del QR-code però risulta essere ben lontana da quella che fu presentata nei vari video di vision sulla Augmented Reality, ma indubbiamente è un punto di partenza. Purtroppo, però siamo ancora fin troppo vicini alla AR marker based piuttosto che ai vari filmati mostrati anni addietro dalle startup dell'Augmented Reality, poi perlopiù svaniti o nascosti e dove in alcuni casi sono svanite le compagnie stesse^{104 105}.

La vera rivoluzione di questa tecnologia, promessa e attesa, è il passaggio alla "invisibilità" del marcatore. Il Markerless, ossia "senza marcatore" nel senso stretto e visivo del termine, è la chiave di volta per il salto di qualità della AR. Nel Markerless è l'ambiente stesso che viene scansionato dall'applicativo, generalmente una superficie piatta come il pavimento, per inizializzare l'esperienza. Lo sfruttamento della geolocalizzazione mette in condizione le AR di essere più precisa e contestuale. L'utilizzo di dispositivi mobile tramite l'utilizzo di

¹⁰⁴ Adi Robertson, «Augmented Reality Headset Company Daqri Is Reportedly Shutting Down», The Verge, 13 settembre 2019, <https://www.theverge.com/2019/9/13/20864556/daqri-ar-headset-smart-glasses-startup-shutdown-asset-sale-layoffs>.

¹⁰⁵ «Exclusive: AR Startup Meta Company Shuts Down Amid Asset Foreclosure Sale, Patent Fight, & Executive Departures», Next Reality, consultato 24 aprile 2022, <https://next.reality.news/news/exclusive-ar-startup-meta-company-shuts-down-amid-asset-foreclosure-sale-patent-fight-executive-departures-0192384/>.

GPS, videocamera, accelerometro e connessione a un vastissimo database, sono gli elementi imprescindibili per poter utilizzare e visualizzare dei livelli informativi avanzati, attraverso il riconoscimento dell'ambiente circostante. La startup Infinity AR (oggi acquisita dal gruppo e-commerce Alibaba¹⁰⁶) nel suo concept video, fino al 2014, mostrava la possibilità del riconoscimento facciale identificando specificatamente una persona e associandola al suo profilo Facebook; di questa feature però nei video attuali non c'è più traccia¹⁰⁷, di essa rimangono solo i frame del vecchio video raccolti in rete. Oltre all'impossibilità di farlo nell'immediato, i problemi dei Google Glass legati alla privacy avevano investito l'intero settore emergente.

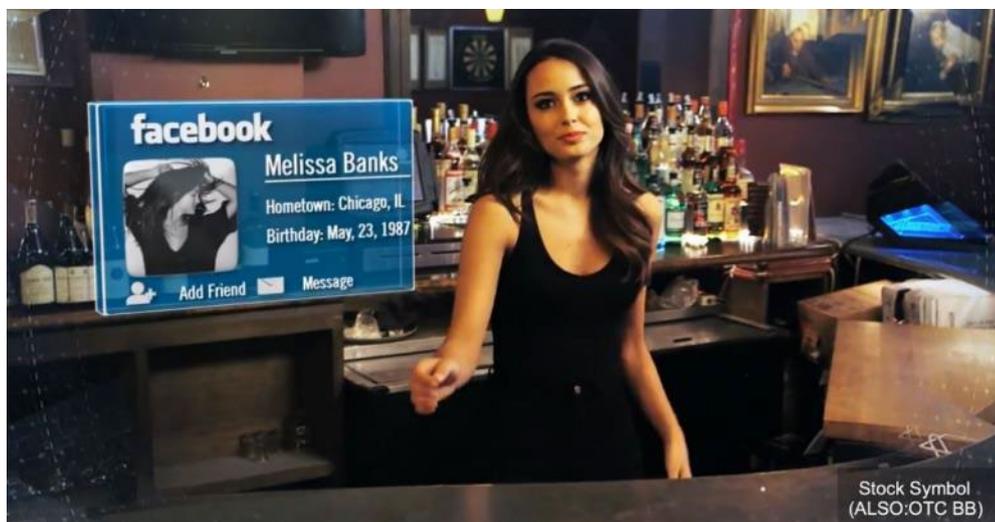


Figura 9 – Frame della Vision sulla AR da parte della startup Infinity AR.

L'unico riconoscimento facciale funzionante che l'AR si poteva permettere, pur rimanendo assolutamente d'effetto, era quello delle lenti di Snapchat¹⁰⁸, che si limitava a riconoscere la forma del viso in quanto tale, ma non di un viso specifico.

¹⁰⁶ «InfinityAR e le altre incursioni di Alibaba nella Realtà Aumentata», *Ninja - la piattaforma italiana per la digital economy* (blog), 25 marzo 2019, <https://www.ninjamarketing.it/2019/03/25/infinityar-alibaba-startup-realta-aumentata/>.

¹⁰⁷ <https://www.YouTube.com/watch?v=SNmcxqPbd0A>

¹⁰⁸ Social network/app di messaggistica la cui caratteristica principale è inviare agli utenti della propria rete messaggi di testo, foto e video visualizzabili solo per 24 ore.

Questo però non significava che l'AR fosse inutilizzabile, bensì che le sue caratteristiche, non ancora abbastanza mature, potevano comunque essere utili in diversi ambiti, con il giusto grado di ingegno. Parlando proprio di mercato di massa, possiamo dire che la AR sia entrata nelle case delle persone, o meglio, nei suoi smartphone attraverso altri applicativi, in cui a stento sono riconosciuti come AR. Proprio l'appena citato Snapchat diede l'inizio: le sue "lenti" vennero copiate da altri social e chiamati in altro modo: i filtri di Instagram¹⁰⁹ e gli effetti di TikTok¹¹⁰



Figura 10 - Esempio lente di Snapchat. Da questa base hanno successivamente riproposto proprie "lenti" Instagram e TikTok

per citare i più diffusi, e questi sono esattamente quello che sembrano per chi conosce lo strumento, cioè realtà aumentata applicata alle foto, ai video e alle live degli utenti utilizzati per lo più in modo inconsapevole. È probabilmente ragionevole affermare che la rivoluzione della AR non è avvenuta attraverso le promesse dei Google Glass, ma attraverso lo smartphone con Pokémon GO e i social; se osserviamo gli avvenimenti dal punto di vista di Mark Weiser:

¹⁰⁹ Social network di fotografie, storie e videostorie, di proprietà di Meta (Facebook)

¹¹⁰ Social network di video brevi, lanciato inizialmente come Musical.ly

“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”¹¹¹

La realtà aumentata non è solo questo naturalmente e ci sono interessanti studi di casi che verranno riportati più avanti.

Tecnologie XR: storia recente della Realtà Virtuale

Nel 2012 iniziava ad affacciarsi quella che è stata la rivoluzione, seppur misurata, della realtà virtuale. Per definire la realtà virtuale possiamo dire che essa è un insieme composto da un hardware, come per esempio un personal computer o un dispositivo mobile, da un visore (Head Mounted Display o HMD) e relativi sensori di tracciamento, così come da software che offrono un'esperienza immersiva.

George Coates¹¹² nel 1992 definì la realtà virtuale come:

“An electronic simulations of environments experienced via head mounted eye goggles and wired clothing enabling the end user to interact in realistic threedimensional situations.”

ossia una simulazione elettronica di ambienti, di cui si può far esperienza attraverso visori oculari e abbigliamento cablato, che permettono all'utente di interagire con situazioni tridimensionali realistiche. La differenza tra la moderna VR, paragonata al concetto che di essa si aveva due decenni fa, è quella che la tecnologia sia finalmente allo stadio in cui può essere adottata da chiunque attraverso un dispositivo largamente diffuso, ossia lo smartphone. L'introduzione del Google Cardboard nel 2014 mostrò al pubblico per la prima volta che ogni smartphone di nuova generazione poteva essere convertito in un dispositivo di VR grazie ad un visore economico. Questo aprì le porte a molti studenti, necessitando solamente di uno smartphone e un visore di VR, ad una nuova fruizione di

¹¹¹ Mark Weiser, «The Computer for the 21st Century», s.d., 8.

¹¹² Jonathan Steuer, «Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence», *Journal of Communication* 42, n. 4 (1992): 73–93, <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>.

esperienze immersive delle applicazioni in realtà virtuale, di condivisione delle proprie idee e della propria immaginazione attraverso un medium del tutto nuovo.

Un'altra comune definizione di realtà virtuale di Yoh (2001) è:

“A technology that convinces the participant that he or she is actually in another place by substituting the primary sensory input with data received produced by a computer”¹¹³

ossia una tecnologia che convince chi ne usufruisce di essere veramente in un altro posto sostituendo gli input sensoriali primari con dei dati ricevuti che sono stati prodotti da un computer. Uno degli elementi chiave della realtà virtuale è il mondo virtuale: esso è uno spazio immaginario o un ambiente simulato; è un'illusione che permette al creatore di illustrare una collezione di oggetti in un ambiente che ne soddisfi l'immaginazione. Un altro elemento chiave perché la realtà virtuale sia efficace è la “presence”: essa è la percezione di essere in un mondo alternativo, possa questo essere un mondo immaginario o un altro punto di vista del mondo reale¹¹⁴.

Uno degli usi più classici della realtà virtuale sono i videogiochi, i quali sono da sempre un ambiente virtuale con le proprie regole che, con l'avanzamento dell'innovazione tecnologica, sono andati via via a costruire e mostrare ambienti sempre più realistici e credibili. Questo ha contribuito a far crescere la computer graphics fino a diventare una vera e propria arte la quale, con il suo avvento nella cinematografia, ha reso possibile prima il classico Tron e poi, in un momento più maturo, il primo Jurassic Park.

¹¹³ Myeung-Sook Yoh, «The reality of virtual reality», in *Proceedings Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, 2001, 666–74, <https://doi.org/10.1109/VSM.2001.969726>.

¹¹⁴ Matthew Lombard e Matthew T. Jones, «Defining Presence», in *Immersed in Media: Telepresence Theory, Measurement & Technology*, a c. di Matthew Lombard et al. (Cham: Springer International Publishing, 2015), 13–34, https://doi.org/10.1007/978-3-319-10190-3_2.

Nel 2016 è uscita la prima versione commerciale di Oculus Rift e, ancor prima di questa uscita, svariati tool di rendering hanno sviluppato diversi assets per poter permettere lo sviluppo di esperienze in realtà virtuale. Con “tool di rendering” sono da intendersi tutti quei sistemi in grado di visualizzare i contenuti progettati. Tralasciando quelli che sono i tool più classici, come un personal computer in grado di “renderizzare” qualsiasi tipo di contenuto a patto di rientrare nel rapporto potenza/compressione per poter utilizzare un prodotto virtuale sempre e rigorosamente stereoscopico, si possono distinguere ad oggi due sottocategorie specifiche di strumenti: mobile e desktop.



Figura 11 - Oculus Rift con Oculus Touch

I tool mobile sono principalmente i già citati smartphone, strumenti incredibilmente versatili che inseriti in un visore si trasformano in schermi di visualizzazione immersiva. I visori mobile, basandosi sulla potenza di calcolo dello smartphone stesso, sono quelli sicuramente con la più facile diffusione e la continua ricerca per le migliorie sulla definizione dei display li rende degli strumenti tutt'altro che trascurabili dal punto di vista della visualizzazione di contenuti. Inizialmente i due estremi erano rappresentati dal Google Cardboard e dal Samsung Gear VR . Google Cardboard¹¹⁵, nato per scherzo e diventato presto il migliore visore a basso

¹¹⁵ «Scegli il tuo Cardboard – Google VR», consultato 24 aprile 2022, https://arvr.google.com/intl/it_it/cardboard/get-cardboard/.

costo, è semplicemente un modello pieghevole di cartone con un paio di lenti, del velcro e, dove presente, una calamita per inviare un input tramite NFC.

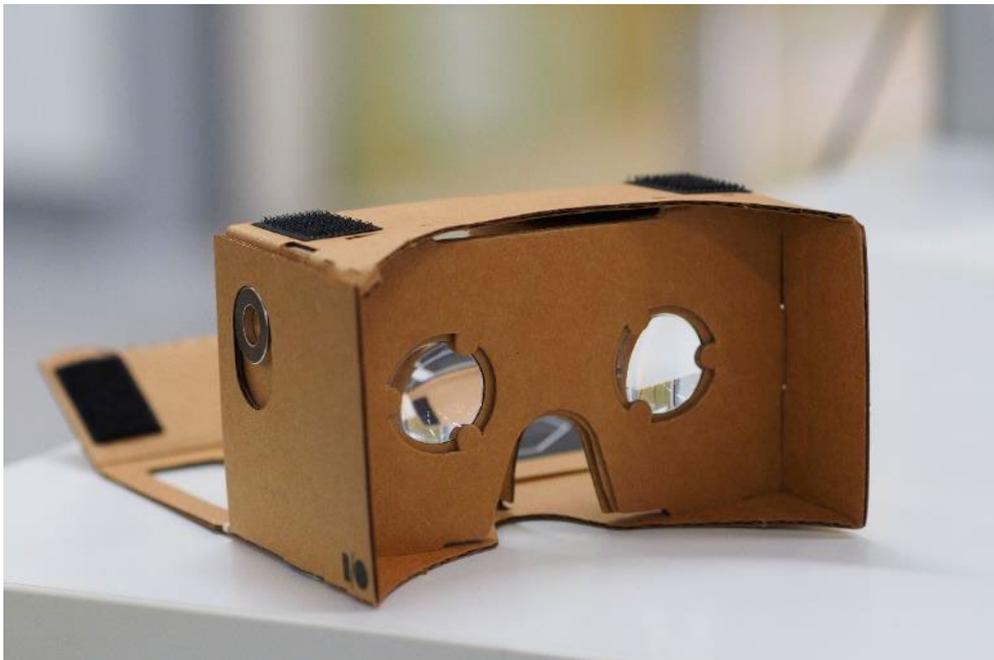


Figura 12 - Google Cardboard con a sinistra la calamita per interagire con la funzionalità NFC



Figura 13 - Samsung Gear

Qualunque smartphone della giusta misura può essere inserito in questo device (per quanto semplice si tratta comunque di un device) per visualizzare contenuti dalla fruizione minimale: dove presente una calamita dà la possibilità di effettuare un “tap” per poter interagire, attraverso il puntatore visualizzabile a schermo, con i contenuti. La possibilità di navigazione a 360° è totalmente deputata al giroscopio

presente di norma in qualunque smartphone. La versione avanzata di questo tipo di visore era il Samsung Gear VR, frutto di una partnership tra Samsung e Oculus: un prodotto avanzato che permette l'inserimento di uno smartphone, rigorosamente Samsung dal modello S6 in su, che offriva un'interazione utilizzando tap e swipe tramite un sistema di navigazione a lato del visore, una messa a fuoco delle lenti e un ambiente proprietario di navigazione degli applicativi proprietari disponibili sull'Oculus Store.

Un ulteriore passo in avanti lo fece Google nell'autunno del 2016 con il progetto Daydream, simile al Samsung Gear VR a parte la tipologia di smartphone compatibili, che però proponeva un nuovo hardware di interazione, mediata da un controller a forma di piccolo telecomando che si rifaceva ai controller dei visori desktop.

La tecnologia VR per smartphone permette di base una fruizione rigorosamente "sul posto", quindi sfruttando il tracciamento solo di 3 gradi di libertà (rotazione), in quanto l'utilizzatore potrà solo girare su sé stesso per esplorare l'esperienza immersiva in 360° e non dovrà muoversi nello spazio fisico aspettandosi di avere il relativo riscontro nell'ambiente virtuale, nonostante questo possa essere ricostruito tramite CG. Inoltre, gli applicativi richiedono comunque un grado di notevole semplicità grafica poiché la capacità di un dispositivo mobile è limitata rispetto a un personal computer.



Figura 14 - Google Daydream

Le tipologie di tracciamento sono due: il tracking rotazionale ed il tracking posizionale. La combinazione di questi due tipi di tracking permette al corpo dell'utente, o ad alcune sue parti, di usufruire di tutti i 6 gradi di libertà (*Degrees of Freedom*) di movimento nello spazio virtuale. I gradi di libertà (DoF) sono le direzioni in cui un oggetto può muoversi nello spazio e ne esiste un totale di 6 nello spazio tridimensionale: 3DoF per i movimenti rotazionali e 3DoF per i movimenti traslatori. I sistemi di *tracking* rilevano questi movimenti e li sincronizzano con quelli visualizzati dagli utenti tramite i visori: per creare un'esperienza che sia veramente immersiva sono necessari entrambi i tipi di tracking¹¹⁶.

3 degrees of freedom (3-DoF)



6 degrees of freedom (6-DoF)

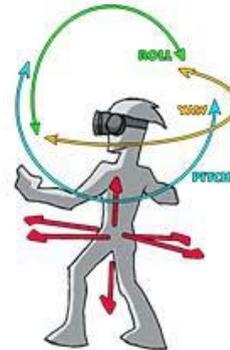


Figura 15 - Illustrazione dei 6 gradi di libertà dal sito Qualcomm

Per quel riguarda i dispositivi desktop i grandi protagonisti di quegli anni sono stati Oculus Rift e Htc Vive, due device simili dal punto di vista tecnico ma assolutamente diversi dal punto di vista dell'interattività che si propongono, base di partenza per tutto ciò che verrà nella realtà virtuale del futuro. Sono dotati entrambi di un doppio monitor integrato nel visore con la stessa identica capacità di offrire un angolo di visione di 110° e una latenza inferiore a 20 ms. La differenza alla prova è soprattutto sul tipo di esperienza che vogliono offrire all'utenza. Oculus Rift, nonostante prevedesse una minima superficie calpestabile che permettesse di spostarsi fisicamente nello spazio virtuale, nasceva per tenere l'utente seduto sul posto. Compreso nel kit Oculus era presente un telecomando per la navigazione nei menu di base, e un controller Xbox One; gli Oculus Touch,

¹¹⁶ «Advancing Inside-out Motion Tracking for Immersive Mobile VR», Qualcomm, 14 agosto 2017, <https://www.qualcomm.com/news/onq/2017/08/14/advancing-inside-out-motion-tracking-immersive-mobile-vr>.

controller che dovevano far compiere il salto nella nuova dimensione interazione pensata da Oculus, furono disponibili solo più tardi (Figura 11).



Figura 16 - HTC Vive con Vive stick e Base stations

Htc Vive di Valve propose sin da subito un'esperienza votata al movimento nello spazio e all'esplorazione dell'ambiente, comprendendo tutti e sei i gradi di libertà (rotazione e traslazione); è dotato di due controller apparentemente ingombranti ma di una precisione millimetrica che sono il collegamento tra realtà e virtualità, permettendo all'utente di interagire con l'ambiente e configurare la stanza, delimitando lo spazio circostante a disposizione per potersi muovere senza il rischio di scontrare pareti o mobili. I due sensori, che vanno messi in posizione sopraelevata e diametralmente opposta, permettono di tracciare ogni spostamento e, in caso di avvicinamento ai confini dell'area precedentemente delimitata, il sistema renderà man mano più visibile nello spazio virtuale una rete per rendere l'utente consapevole della posizione del corpo nello spazio reale.

Tra i due visori citati il migliore per la tipologia di realtà virtuale proposta, decisamente più completa, era la proposta di Valve, per quanto estremamente più costosa. In ogni caso entrambi, essendo in grado di visualizzare dettagli grafici più all'avanguardia, necessitavano di un hardware che per il periodo era decisamente

ad alto budget: un personal computer con i requisiti minimi di questi due device (i cosiddetti VR-ready) costava almeno 1500€.

Un ulteriore possibile protagonista, che fece il suo debutto nell'ottobre del 2016, fu Playstation VR, il visore di Sony progettato per Playstation 4 che, partendo da una base hardware decisamente meno performante di un pc, ha presentato esperienze tecnicamente e visivamente più modeste, ma non per questo meno efficaci per coinvolgimento emotivo (d'altronde le emozioni non dipendono dal numero di pixel).

Visore	Gear VR (Samsung)	Oculus (Rift)	Vive - Steam VR (HTC)	Playstation VR (Sony)
Tipo Visore	"Mobile"	"PC"	"PC"	"Console"
Data uscita/consegna in Italia	Dicembre 2015	Luglio 2016	Giugno 2016	Ottobre 2016
Prezzo Visore in Italia	130 Euro circa	742 Euro circa (Sped. Inclusa)	973 Euro circa (Sped. Inclusa)	399 Euro circa
Campo Visivo (FOV)	96°	110°	110°	100°
Max Refresh Rate	60 Hz	90 Hz	90 Hz	90/120 Hz
Latenza immagine	< 20 ms.	< 20 ms.	< 20 ms.	< 20 ms.
Dimensione Display	5.1" (con S7 - dip. dallo smartphone)	7"	7"	5.7"
Tecnologia Display	Super AMOLED	OLED	OLED	OLED
Risoluzione Display	2560*1440 pixel	2160*1200	2160*1200	1920*1080
Pixel Totali	577 dpi 3.686.400	(1200*1080 per occhio) 2.592.000	(1200*1080 per occhio) 2.592.000	(960*1080 per occhio) 2.073.600
Regolazione Diottrie	SI	SI	SI	SI
Distanza interpupillare	55-71 mm.	58-72 mm.	60.2-74.5 mm.	55-71 mm.
Utilizzabile con occhiali	NO	SI	SI	SI
Audio	Audio HD dallo Smartphone	Cuffie Integrate Stereo HD	Cuffie NON integrate, audio HD	Cuffie NON integrate (?), audio HD
Connessioni	Micro USB	DVI e USB 3.0	1 x HDMI 1.3 e 2 x USB 3.0	HDMI + USB
Connessione Wireless Visore	-	NO	NO	NO
Peso Visore	318 gr. - (Escl. telefono + 150 gr. circa)	470 gr. (cavo escluso)	563 gr. (cavi esclusi)	610 gr. (cavi esclusi)
Dimensioni	92,6 x 201,9 x 116,4 mm	171 L. x 89 h. mm	190 L. x 130 h x 8,8/13 p. mm	?
Controller VR	Touch Pad Integrato - Game Pad Opz.	Oculus Touch / Xbox One Controller	Steam Controller VR / Pc gamepad	Playstation Move / DualShock 4 Controller
Posizione Spaziale	NO	1,5 x 3,35 mt. /1 Controller frontale	4,5 x 4,5 mt. - 2 Controller nella stanza	Playstation camera (?)
Sito ufficiale produttore (link)	http://www.samsung.com/	https://www.oculus.com	http://www.htcvr.com/	https://www.playstation.com/
Link articoli Universo Virtuale	LINK	LINK	LINK	LINK
Smartphone compatibili	Galaxy S7, S7 edge, Galaxy S6, S6 edge e S6 edge+, Galaxy Note 5	-	-	-
Sensori presenti	Accelerometro, Giroscopio, Sensore di prossimità, Magnetometro	Accelerometro, Giroscopio, Tracking posizionale 360°, Magnetometro	Accelerometro, Giroscopio, Sensori laser posizionali, Camera frontale	Accelerometro, Giroscopio, Playstation tracking system

PC consigliato per HTC Vive e Oculus Rift: Video Card NVIDIA GTX 970 / AMD R9 290 equivalent or greater, CPU Intel i5-4590 equivalent or greater, Memory 8GB+ RAM, Video Output. Compatible HDMI 1.3 video output, USB Ports 3x USB 3.0 ports plus 1x USB 2.0 port, OS Windows 7 SP1 64 bit or newer

Figura 17 - tabella comparativa ad opera di Universo Virtuale

In ogni caso è utile vedere una comparazione di tutti questi device per farsi un'idea delle potenzialità di ognuno e degli oggetti citati e presenti allora sul mercato (Figura 17).

È importante sottolineare che nonostante il traguardo raggiunto, proponendo una VR sempre più adatta al mercato di massa, persistono ancora delle criticità tutt'oggi mitigate ma non risolte legate alla "VR sickness", maggior elemento di disturbo che mina o, nei casi più gravi, impedisce la fruizione delle esperienze con visore. La VR sickness è in realtà assimilabile alla motion sickness che in lingua italiana è facilmente identificabile con il mal di mare, il mal d'auto o il mal d'aria. Il

termine medico più preciso è la cinetosi, ossia il disallineamento del nostro sistema percettivo rispetto ai movimenti del corpo: in particolare, gli esseri umani utilizzano le informazioni provenienti dai sensi vestibolari, visivi e propriocettivi per acquisire una percezione coerente del movimento personale in uno spazio tridimensionale. Poiché tutte le informazioni sensoriali vengono elaborate in sincronia l'una con l'altra, possiamo riconoscere con precisione la nostra posizione e il nostro movimento nello spazio senza alcuna difficoltà.¹¹⁷ Quando indossiamo un visore il nostro cervello percepisce attraverso gli occhi una realtà da cui gli altri sensi sono esclusi, quello che potremmo definire un inganno nell'inganno. Questa condizione fa credere al nostro cervello di essere stato avvelenato e ne fa scaturire l'unica reazione possibile: la nausea. Il corto circuito sensoriale, quindi, provoca dei meccanismi difensivi che vengono azionati erroneamente. Tra gli obiettivi principali ancora oggi restano allo studio soluzioni da parte di ricercatori e sviluppatori ai fini di limitare o eliminare l'insorgere di questo disturbo legato all'uso della VR.

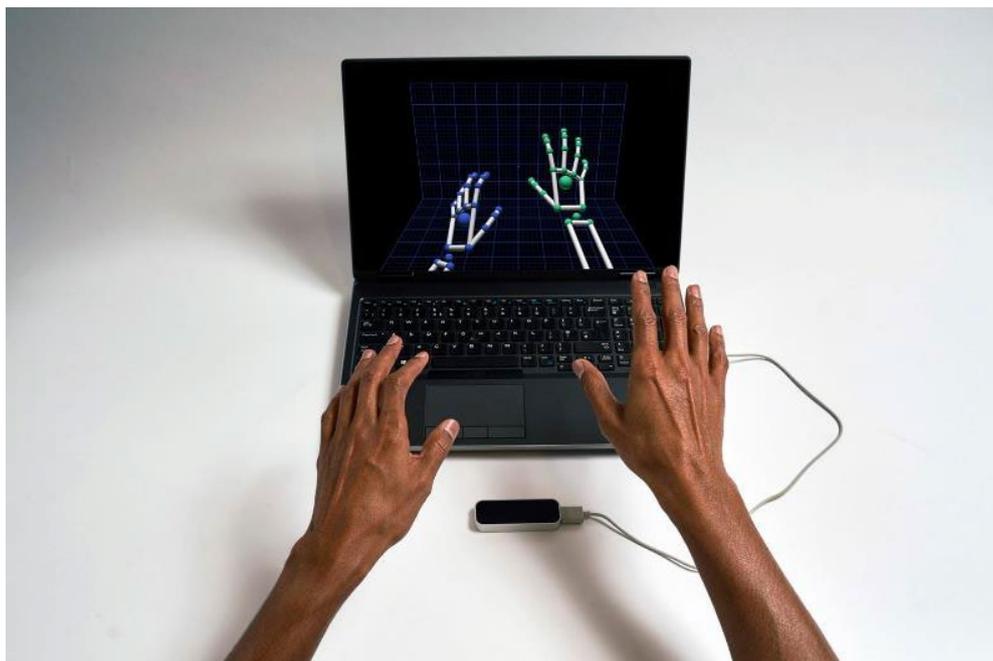


Figura 18 - Leap motion

¹¹⁷ Eunhee Chang, Hyun Taek Kim, e Byounghyun Yoo, «Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements», *International Journal of Human-Computer Interaction* 36, n. 17 (20 ottobre 2020): 1658–82, <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>.

Un device testato per l'interazione naturale con sistemi digitali è Leap Motion¹¹⁸, un dispositivo impostato sull'Air Gesture che, dopo un avvio basato sul semplice utilizzo di applicazioni desktop con l'uso gestuale, ha trovato una seconda chance per reiventarsi con il nuovo avvento della realtà virtuale.

Nello specifico il controller Leap Motion è una periferia USB che è stata progettata per essere posizionato sulla scrivania fisica, rivolta verso l'alto. Può anche essere montato su un headset per la realtà virtuale tramite un semplice supporto adesivo da applicare al visore ed una sede per il device che si andrà ad agganciare al supporto. Utilizzando due telecamere IR monocromatiche e tre LED a infrarossi, il dispositivo rileva un'area approssimativamente emisferica, ad una distanza di circa un metro. I dati raccolti nell'area durante le interazioni vengono poi inviati attraverso un cavo USB 3.0 al computer host, dove vengono analizzati dal software Leap Motion usando "matematiche complesse" in un modo che non è stato divulgato dalla società. Nel febbraio 2020 è stato rilasciato dalla società il nuovo software di rilevamento chiamato Gemini il quale ha di molto migliorato le prestazioni della periferiche che erano inizialmente grossolane; nei test effettuati nella prima release c'era anche un dose di imperfezione nel tracking delle mani che, superata l'euforia iniziale, iniziava a mostrare i suoi limiti legate a lunghe interazioni come il semplice affaticamento muscolare delle spalle durante l'uso delle esperienze inizialmente pensate, sintomo che viene identificato col nome "gorilla arm syndrome"¹¹⁹.

Queste però sono solo alcune delle possibilità della realtà virtuale; altre aziende, hanno lavorato e stanno lavorando a soluzioni decisamente più immersive, sono state costruite delle vere e proprie Cave, ripensando il parco giochi in un contesto VR totalmente immersivo, come ad esempio The Void.

¹¹⁸ L'azienda originale che portava il nome del dispositivo è stata chiusa nel 2019 e rilanciata con un nuovo nome <https://www.ultraleap.com/>

¹¹⁹ «What Is Gorilla Arm? - Definition from Techopedia», Techopedia.com, consultato 24 aprile 2022, <http://www.techopedia.com/definition/31480/gorilla-arm>.

Il concetto che ne emerge è quello della location based VR¹²⁰: questo progetto prevede di immergere totalmente l'utente in un'enorme cave di hyper-reality¹²¹ dove tutto è studiato ad arte per la massima esperienza sensoriale, coinvolgendo ognuno dei cinque sensi. Di tecnologia totalmente proprietaria, di cui non si hanno dettagli tecnici al di là della base comune a tutti i visori, punta in tutto e per tutto a stupire e convincere il mercato di massa ad accogliere la Virtual Reality, sollevando l'utenza da una spesa considerevole in fatto di hardware, lasciando semplicemente che si diverta. Il successo fu indubbio in quanto ben presto The Void iniziò a collaborare con Disney per integrare i loro parchi e sviluppare nuove attrazioni VR sfruttando le proprietà intellettuali di Disney: di fatti vennero create esperienze legate a Star Wars, Ralph Spaccatutto e al Marvel Cinematic Universe. L'azienda a causa del COVID19 è fallita¹²² ma è stata riacquisita e in attesa di poter riaprire le sue attrazioni non appena la situazione pandemica lo permetterà.¹²³

¹²⁰ Moor Insights and Strategy, «Location-Based VR: The Next Phase Of Immersive Entertainment», Forbes, consultato 24 aprile 2022, <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2019/01/04/location-based-vr-the-next-phase-of-immersive-entertainment/>.

¹²¹ Esperienza immersiva sensibilmente avanzata che si propone di rendere indistinguibile la realtà dalla simulazione di realtà

¹²² Janko Roettgers, «After Loan Default and Asset Transfer, The Void's Future Looks Uncertain», Protocol, 16 novembre 2020, <https://www.protocol.com/the-void-vr-startup-uncertainty>.

¹²³ «The VOID | A Virtual Reality Experience», The VOID, consultato 24 aprile 2022, <https://www.thevoid.com>.

Extended Context

Nel tempo si sono susseguite svariate compagnie di realtà aumentata, alcune sono fallite ed altre sono state assorbite da altre compagnie per sopravvivere, resta però il fatto che ancora oggi non abbiamo uno smartglass vero e proprio, come quelli pubblicizzati quasi dieci anni fa. Questo non significa naturalmente che la ricerca e lo sviluppo non siano andati avanti e che non si siano ottenuti dei risultati promettenti

Le applicazioni possibili del XR possono essere in ambiti riguardanti i beni culturali, il marketing e la comunicazione formativa; di tutte queste applicazioni, quest'ultimo campo l'ho trovato di particolare interesse. Nella Microsoft Vision del 2011¹²⁴ era già stata compresa l'importanza che la realtà aumentata avrebbe avuto poiché, trattandosi di una tecnologia interattiva, la comprensione e l'apprendimento, guidati attraverso l'attivazione obbligatoria dell'utente, risultano più efficaci rispetto ad una tradizionale fruizione passiva di contenuti. La sua interattività inoltre permette delle operazioni complesse e di lavorare sulla riproduzione di un contesto infinitamente grande o infinitamente piccolo. Entriamo quindi nel campo del "Learning by Doing"¹²⁵, utile in diversi campi come, per esempio, nella formazione medico sanitaria, dove il nuovo programma "Google Glass Enterprise" ha trovato sicura applicazione; questa tecnologia prevede che l'operatore sanitario sia guidato nelle sue operazioni da un tutor aumentato, nello specifico "Augmedix"¹²⁶ si propone di ridurre all'osso la consultazione obbligatoria col computer durante le visite coi pazienti, con rapide consultazioni delle cartelle cliniche e inserimento dati nei EHR, permettendo di aumentare la qualità delle visite e di ottimizzare le tempistiche grazie ai Google Glass e ai comandi vocali.

¹²⁴ «Microsoft's Vision for the Future of Productivity», The AI Blog, 27 ottobre 2011, <https://blogs.microsoft.com/ai/microsofts-vision-for-the-future-of-productivity/>.

¹²⁵ Charles M. Reigeluth, *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory* (Routledge, 2013).

¹²⁶ «Augmedix Nabs \$17M to 'Rehumanize' Doctor/Patient Relations Using Google Glass», *TechCrunch* (blog), consultato 4 aprile 2022, <https://social.techcrunch.com/2016/04/25/augmedix-nabs-17m-to-rehumanize-doctorpatient-relations-using-google-glass/>.

Dal punto di vista del learning applicazioni come Elements4D¹²⁷ (oggi non più disponibile, probabilmente a causa della chiusura dell'azienda sviluppatrice DAQRI¹²⁸) mostrava come fosse semplice ed efficace utilizzare la realtà aumentata per imparare la chimica e comprendere come gli elementi si possono combinare tra loro e con che risultato. A tal fine bastava stampare dei marker che sarebbero stati ritagliati e incollati in modo da formare dei cubi, i quali rappresentavano ogni singolo elemento della tavola periodica, questi potevano essere uniti insieme e, se la combinazione avesse formato una molecola esistente, sarebbe stata rappresentata in realtà aumentata con il nuovo elemento frutto della combinazione.

Un'ulteriore notevole applicazione dell'Augmented Reality è stata la sperimentazione sul trattamento del dolore da arto fantasma¹²⁹ ad opera di otto ricercatori, a beneficio di un uomo di 72 anni che accusava una sofferenza cronica. Il metodo utilizzato è simile alla "mirror therapy" che, attraverso l'uso di uno specchio, ripropone una percezione sensoriale al sistema nervoso del paziente il quale, a livello inconscio, codifica una posizione corretta dell'arto nello spazio. In questo caso la realtà aumentata proietta un'immagine del braccio sopra l'arto mancante. Il ricercatore creatore di questo sistema, Max Ortiz Catalan, ha posto degli elettrodi sul moncone così che il paziente potesse controllare il suo arto fantasma su uno schermo; ha quindi creato un gioco di corse automobilistiche a cui il paziente doveva giocare per sviluppare e registrare più movimenti. L'esperimento è stato di così tanto aiuto che al suo termine Catalan decise di creare un sistema di elettrodi che il paziente potesse continuare a utilizzare a casa propria.

¹²⁷ EducationalAppStore Ltd, «Elements 4D Review», Educational App Store, consultato 4 aprile 2022, <https://www.educationalappstore.com/app/elements-4d>.

¹²⁸ «Another High-Flying, Heavily Funded AR Headset Startup Is Shutting Down», *TechCrunch* (blog), consultato 4 aprile 2022, <https://social.techcrunch.com/2019/09/12/another-high-flying-heavily-funded-ar-headset-startup-is-shutting-down/>.

¹²⁹ Max Ortiz-Catalan et al., «Treatment of phantom limb pain (PLP) based on augmented reality and gaming controlled by myoelectric pattern recognition: a case study of a chronic PLP patient», *Frontiers in Neuroscience* 8 (25 febbraio 2014): 24, <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00024>.

Vostars¹³⁰ è un progetto di visore AR che ha registrato buoni risultati nel campo della chirurgia portando di fatto il visore nelle sale operatorie. L'obiettivo viene spiegato dal ricercatore di ingegneria biomedica Vincenzo Ferrari e coordinatore del progetto durante un'intervista¹³¹:

«Per la chirurgia endoscopica, esistono già i primi navigatori in grado di sovrapporre in realtà aumentata la mappa tridimensionale dello specifico paziente direttamente sulle immagini dell'endoscopio. Con questa soluzione il chirurgo continua a guardare il monitor dell'endoscopio sul quale vede le informazioni aggiuntive. Nel caso della chirurgia aperta, non endoscopica, con la realtà aumentata possiamo proiettare direttamente tutte le informazioni davanti agli occhi del chirurgo, che indossa un particolare visore. Il primo vantaggio è che il chirurgo non deve più distogliere lo sguardo dal paziente che ha davanti per guardare il monitor del navigatore tradizionale con realtà virtuale, si tratta quindi di un vantaggio di ergonomia. Questa metodologia permette, inoltre, di implementare dei paradigmi per guidare il chirurgo che non sono possibili guardando sul monitor. Si pensi che oggi alcuni chirurghi, come nelle chirurgie che riguardano le ossa, possono pianificare in dettaglio alcuni interventi decidendo lungo quali piani ossei tagliare per poi ricomporre. Con il monitor esterno è impossibile coordinare correttamente la mano con l'occhio e seguire le linee di taglio pianificate, mentre con la proiezione di fronte agli occhi diventa facile come nel gioco "unisci i puntini". In Vostars siamo partiti con la chirurgia maxillofacciale, in particolare a persone che hanno una morfologia fuori standard per motivi congeniti e che devono essere operate per riposizionare

¹³⁰ «Vostars ★ Vostars», Vostars, consultato 4 aprile 2022, <https://www.vostars.eu/it/>.

¹³¹ «La realtà aumentata applicata alla medicina: l'esperienza di Vostars guida la mano del chirurgo», Distretto Toscano Scienze della Vita, 22 settembre 2020, <http://www.scienzedellavita.it/it/meetthelifesciences/8068-la-realt%C3%A0-aumentata-applicata-alla-medicina-lesperienza-di-vostars-guida-la>.

alcune ossa del volto. Una fase di riposizionamento che il chirurgo può pianificare nel dettaglio e che grazie a Vostars può eseguire accuratamente. E proprio questo è quello che facciamo con Vostars, che abbiamo applicato già su sei pazienti, permettendo al chirurgo di vedere le linee di taglio di fronte a sé, proiettate sul visore, in modo da usare il bisturi in maniera ancora più precisa.»

Si parla quindi di un cosiddetto visore “see-through”, non di smartglasses, che permette di proiettare su una superficie specifica, in questo caso il paziente, le linee da seguire con il bisturi per l’operazione in modo da facilitare sensibilmente il processo. Il livello di precisione su cui sta lavorando il progetto Vostar non è ottenibile con i software in commercio per la AR, ed è un’evidenza che appare subito chiara a chiunque abbia mai usato qualche software di AR; difatti sia il visore che il software sono sviluppati all’interno del progetto di ricerca garantendo un’accuratezza di circa 1 millimetro dove i visori in commercio, da quanto dichiarato dallo stesso Ferrari, non permettono di scendere sotto i 5 millimetri.

La realtà virtuale ha trovato numerosi campi di applicazione che nel 2022 vengono riassunti nei seguenti:

- Automotive industry
- Healthcare
- Vendita al dettaglio
- Turismo
- Mercato immobiliare
- Architettura
- Interior Design
- Learning e Development
- Recruitment
- Intrattenimento
- Education
- Sport
- Arte e design
- Eventi, conferenze e meeting

- Fitness
- Wellbeing
- Social
- Charity
- Marketing
- Attività ricreative
- Forze dell'ordine
- News e giornalismo¹³²

Ne ho selezionato alcuni esempi molto interessanti.

“Keep Talking and Nobody Explodes”¹³³ è un videogioco nato per computer desktop e successivamente convertito con grande successo per la realtà virtuale. Il gioco vede un giocatore “The Defuser” solo senza e via di fuga con una bomba a tempo da dover disinnescare, mentre gli altri giocatori “The Experts” sono dotati del manuale per disinnescarla e devono spiegargli come fare non potendo però vedere direttamente la bomba. Da qui il titolo che si rifà al dover parlare velocemente, capirsi, per raggiungere all’obbiettivo senza che nessuno, appunto, esploda. Perché questo gioco risulta interessante? Da una rapida ricerca sui Google si può notare come venga spesso usato o consigliato per attività di team building aziendale in realtà virtuale. Al netto dei risultati positivi della pratica in sé¹³⁴ il gioco stesso è stato utilizzato con successo e come ispirazione per progetti di ricerca ispirati al gioco e alla forza¹³⁵ della realtà virtuale per creare dell’esperienze procedurali.

¹³² «VR Applications: 23 Industries Using Virtual Reality», consultato 24 aprile 2022, <https://virtualspeech.com/blog/vr-applications>.

¹³³ «Keep Talking and Nobody Explodes - Defuse a Bomb with Your Friends.», Keep Talking and Nobody Explodes, consultato 5 aprile 2022, <https://keeptalkinggame.com/>.

¹³⁴ Cameron Klein et al., «Does Team Building Work?», *Small Group Research* 40, n. 2 (1 aprile 2009): 181–222, <https://doi.org/10.1177/1046496408328821>.

¹³⁵ Umberto Picariello et al., «A Framework to Create Collaborative Games for Team Building using Procedural Content Generation», in *2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, 2020, 2365–72, <https://doi.org/10.1109/SSCI47803.2020.9308431>.

Nel campo del marketing, Volvo utilizzò la realtà virtuale per risolvere un problema inerente di vendibilità della suo modello XC90 sul mercato americano. Al di là del redesign del modello, era necessario studiare anche una campagna disruptive per fare conoscere l'auto in una nuova veste e questo portò all'idea di sfruttare la potenza coinvolgente della VR¹³⁶. L'applicazione VR sviluppata per smartphone¹³⁷, proponeva un test drive utilizzando Google Cardboard. I dati riportati post-lancio della campagna si possono facilmente riassumere con i seguenti, di cui il primo molto positivo dello stock auto andato esaurito in due giorni; il traffico generato ha riguardato oltre 40.000 download dell'app, oltre 238 milioni di Impression¹³⁸ PR, 159 milioni di Impression media pagate e infine 19 milioni di Impression sui social media e mezzo milione di visualizzazione di immagini web.

Prima del suo fallimento nel 2019¹³⁹ e la rinascita un anno dopo come agenzia di viaggi completamente online¹⁴⁰, il "Thomas Cook Group" aveva sperimentato positivamente l'utilizzo di un approccio in cui era possibile "provare il posto" senza affidarsi ai classici strumenti pubblicitari come video e dépliant turistici. Agli interessati veniva data la possibilità di indossare un visore per poter provare la sensazione di essere in quei luoghi grazie alla fruizione di contenuti video 360° dei luoghi turistici. La campagna chiamata "Try Before You Fly"¹⁴¹ registrò un aumento

¹³⁶ «MMA Case Study Hub | The XC90 Experience in Volvo Reality», consultato 5 aprile 2022, https://www.mmaglobal.com/case-study-hub/case_studies/view/36698.

¹³⁷ «Google Cardboard XC90 Experience | Volvo Car USA», consultato 6 aprile 2022, <https://www.volvocars.com/us/about/our-points-of-pride/google-cardboard>.

¹³⁸ Un termine utilizzato nel marketing per intendere con le dovute sottocategorie, il numero di volte in cui un contenuto sia stato nominato, visualizzato o, nel caso dei social media, il numero di volte che un contenuto ha avuto la possibilità di essere visualizzato.

¹³⁹ Enrico Marro, «Fallimento Thomas Cook: perché i tour operator globali sono in crisi», *Il Sole 24 ORE*, 23 settembre 2019, <https://www.ilsole24ore.com/art/fallimento-thomas-cook-perche-tour-operator-globali-sono-criasi-ACIIClm>.

¹⁴⁰ Antonia Wilson e Antonia Wilson, «Thomas Cook Relaunches as Online Travel Agent», *The Guardian*, 16 settembre 2020, par. Travel, <https://www.theguardian.com/travel/2020/sep/16/thomas-cook-relaunches-as-online-travel-agent>.

¹⁴¹ Groundbreaking virtual holiday experience for Thomas Cook, «Thomas Cook Try Before You Fly | Virtual Reality Holiday | VR Case Study», VISUALISE, consultato 6 aprile 2022, <https://visualise.com/case-study/thomas-cook-virtual-holiday>.

del 190% nelle prenotazioni delle escursioni a New York dopo che le persone avevano provato la versione di 5 minuti della vacanza in VR.

Il potenziale della Virtual Reality era già stato ampiamente intuito¹⁴² non solo in campi come il turismo, passando addirittura da Second Life che ancora si rifaceva a quella che si può definire “Virtual Reality Flat”, ossia a schermo. Nel 2016 la “Touchstone&Research”¹⁴³ registrava che, tra chi ha potuto provare effettivamente la VR tramite un visore, l’81% delle persone condivideva la sua esperienza con altri mentre il 79% voleva riprovarla, attestando quindi un ruolo decisamente importante nella viralità di un contenuto fruito tramite questa tecnologia, ruolo che anche in assenza di nuovi dati ritrovati da parte di scrive appare tutt’oggi immutato o solo in minima parte intaccato.

Tornando a parlare dei campi di applicazione, consideriamo Healthcare e Wellbeing, due altre importanti casistiche che è doveroso riportare. Il training, argomento che era già intuibile dopo il caso Vostars, aveva fin da subito registrato importanti risultati nel campo delle pratiche chirurgiche considerate di base. Sempre nel periodo di prima adozione intorno al 2015 il dottor Narendra Kini, CEO al Miami Children Health System rilevava che:

“Although still in its early days, VR usage is paying off. [...] the retention level a year after a VR training session can be as much as 80%, compared to 20% retention after a week with traditional training. Kini says people are actually creating memories, so it’s like they’ve done the procedure before.”¹⁴⁴

Il fare in un contesto sicuro mette quindi i discenti nelle condizioni migliori necessarie ad imparare le procedure, partendo da una tecnologia semplice come i Samsung Gear VR citati nell’articolo. Questi risultati trovano ancora maggior

¹⁴² Daniel A. Guttentag, «Virtual Reality: Applications and Implications for Tourism», *Tourism Management* 31, n. 5 (1 ottobre 2010): 637–51, <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.07.003>.

¹⁴³ Aaron Burch, «VR and Consumer Sentiment», *Touchstone Research* (blog), 28 gennaio 2016, <https://touchstoneresearch.com/vr-and-consumer-sentiment/>.

¹⁴⁴ «Here’s Why Hospitals Are Using Virtual Reality to Train Staff», *Fortune*, consultato 6 aprile 2022, <https://fortune.com/2015/08/17/virtual-reality-hospitals/>.

rilevanza nel progetto pilota condotto in particolare dal dottor Alexandre Dumais presso l'Institut Philippe-Pinel de Montréal in Canada, dove al fine di limitare le allucinazioni dei pazienti schizofrenici, queste sono state riprodotte in computer graphics e rese "vive" tramite un visore¹⁴⁵ ¹⁴⁶. Stando alle testimonianze dei pazienti e a quanto emerso dalla sperimentazione, la procedura permette di limitare le allucinazioni per la maggior parte nel contesto clinico, permettendo quindi al paziente di poter godere di una quotidianità fino a quel momento compromessa. Dai filmati e interviste emerge che la procedura era in realtà già in essere ma veniva erogata tramite realtà virtuale "flat" ossia a monitor. Il cambiamento di fruizione spostando quindi l'esperienza in realtà virtuale pare aver fornito quel cambio di passo, grazie alla Presence indotta, necessario all'ottenimento di risultati così efficaci. Non stupisce, quanto meno a parere di chi scrive, che per creare l'esperienza e poi erogarla, sia stato usato un game engine, nel caso specifico Unity3D. Negli screen pubblicati si può vedere che il frutto delle allucinazioni viene riprodotto tramite un "Character Creator" molto simile a quelli del videogiochi rpg¹⁴⁷ dove viene data la possibilità di creare il proprio personaggio. Il risultato avrà semplicemente le labbra animate presumibilmente in sincrono con quelle del terapeuta il quale, con la voce distorta e con un microfono, ripeterà le frasi chiave che queste allucinazioni di sovente dicono al soggetto. Il lavoro è risultato quindi promettente e ad oggi la ricerca continua¹⁴⁸.

¹⁴⁵ «Futuristic Virtual Reality Therapy Shows Promise», Royal College Newsroom, 8 marzo 2019, <https://newsroom.royalcollege.ca/futuristic-virtual-reality-therapy-shows-promise/>.

¹⁴⁶ Olivier Percie du Sert et al., «Virtual Reality Therapy for Refractory Auditory Verbal Hallucinations in Schizophrenia: A Pilot Clinical Trial», *Schizophrenia Research* 197 (1 luglio 2018): 176–81, <https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.02.031>.

¹⁴⁷ Role Playing Games, genere di giochi dove si crea il proprio personaggio con astrazioni statistiche definite dal tipo di gioco, con punteggi ad esempio di forza, destrezza, carisma, intelligenza, etc.

¹⁴⁸ «Journal of Medical Internet Research - Evidence on Virtual Reality–Based Therapies for Psychiatric Disorders: Meta-Review of Meta-Analyses», consultato 6 aprile 2022, <https://www.jmir.org/2020/8/e20889/>.

Necessità reali

Non a caso è stato scelto di titolare così questo capitolo, che probabilmente agli occhi odierni del 2022 può sembrare alquanto banale ed evidente. L'emergenza sanitaria del COVID19 ha messo de facto in ginocchio il mondo e l'intero sistema globalizzato costringendo al "lockdown" intere nazioni al fine di tutelare la salute pubblica. Per lockdown si intende la pratica di limitare al minimo la vita pubblica e contatti con persone esterne al proprio nucleo abitativo, permettendo ai cittadini di uscire di casa solo per spese essenziali come viveri, farmaci, prodotti per la casa, etc. Possiamo dire che in generale, nei momenti più critici, l'attività fuori casa poteva avvenire solo per cause di comprovate necessità reali. La discussione su cosa fosse necessario e cosa no, si è svolta nei vari parlamenti o quanto meno presso gli organi di stato preposti a prendere questo tipo di decisioni e le soluzioni da adottare sono state prese. Naturalmente, al di là di alcune scelte largamente condivisibili sulla necessità di dover mangiare, altre attività sono rientrate in una zona grigia che ha spesso fatto molto discutere: ad esempio il grande paradosso di dover tenere un metro e mezzo di distanza dalle altre persone, indossare la mascherina, quando però sui mezzi pubblici, in un dato momento dell'emergenza, la capienza era colmata fino al limite consentito come avveniva in pre-pandemia.

Lungi da parte di chi scrive voler criticare le scelte fatte in un momento difficile e per molti inedito, piuttosto si vuole sottolineare quanto in verità risulti complicato stabilire cosa sia veramente necessario e cosa non lo sia, quindi quanto verrà scritto va visto come una proposta più che una soluzione pronta all'uso.

La necessità di dover rimanere in casa ha in molto casi messo in evidenza la necessità di accelerare i lavori di copertura della fibra ottica nel nostro paese o quanto meno di fornire la possibilità di accesso alla rete a più persone possibili, poiché tutte le attività produttive di cui non era necessario il lavoro in loco si sono spostate sul web; questo ha decretato l'ascesa o quanto meno l'uso più intensivo di piattaforme di virtual meeting come Zoom, Google Meets e Microsoft Teams. L'impatto per un uso così massiccio della rete era inaspettato e ha creato non pochi

problemi¹⁴⁹ nella gestione del traffico tanto che alcuni servizi di streaming, come Netflix, hanno ridotto la qualità dello streaming in modo da evitare di sovraccaricare la rete sollecitata dalle numerose persone rimaste a casa¹⁵⁰.

Nel campo della formazione della scuola e delle università, per poter proseguire con l'insegnamento ed evitare un blocco totale dell'attività didattica, si è reso necessario adottare soluzioni spesso di fortuna per proseguire con le lezioni. Indipendentemente dallo strumento usato è stato evidente che senza la tecnologia web e cloud sarebbe stato semplicemente impossibile. Questo ha prodotto perlopiù formazione a distanza, *emergency remote teaching* (ERT)¹⁵¹ piuttosto che e-learning¹⁵² che ha una connotazione ben diversa che andrò a illustrare di seguito.

Tana ai detrattori

Ad oggi si può definire come sdoganata la qualità della formazione tramite E-learning, come precedentemente sottolineato, però occorre specificare a dovere cosa sia e di cosa parliamo quando di tratta di E-learning:

«Per E-learning (o apprendimento on-line, o tele-apprendimento) s'intende l'uso delle tecnologie multimediali e di Internet per migliorare la qualità dell'apprendimento facilitando l'accesso alle risorse e ai servizi, così come anche agli scambi in remoto e alla

¹⁴⁹ «Impact of Coronavirus Pandemic Crisis on Technologies and Cloud Computing Applications | Elsevier Enhanced Reader», consultato 7 aprile 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2020.100059>.

¹⁵⁰ Julia Alexander, «Netflix Will Reduce Its European Network Traffic by 25 Percent to Manage Surge», The Verge, 19 marzo 2020, <https://www.theverge.com/2020/3/19/21187078/netflix-europe-streaming-european-union-bit-rate-broadband-coronavirus>.

¹⁵¹ «The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning», consultato 26 aprile 2022, <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>.

¹⁵² Charles Hodges et al., «The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning», 27 marzo 2020.

collaborazione (creazione di comunità virtuali di apprendimento).»¹⁵³

Importante è non confondere l'E-learning con le FAD¹⁵⁴, che hanno radici più lontane e di cui la formazione tramite sistemi elettronici è solo l'ultima incarnazione.

L'E-Learning, secondo Mayer, ha tre modalità di fruizione che si possono distinguere in:

1. Apprendimento in auto-formazione (autonomo)
2. Apprendimento parzialmente assistito (con un Tutor)
3. Apprendimento assistito (con Docente)

Volendo essere più precisi un'ulteriore distinguo può essere la divisione tra formazione a-sincrona, quindi in totale autonomia, e formazione sincrona, la quale comprende le ultime due modalità sopracitate. Occorre tenere conto però che i benefici ottenuti dall'utilizzo delle nuove tecnologie sono strettamente correlati alla misura in cui questi vengono utilizzati, compatibilmente con quelli che sono i processi cognitivi di apprendimento dell'uomo e da quanto la progettazione di un corso in E-learning sia basata sui corretti principi didattici. Senza questi accorgimenti appare ovvio quanto si possano facilmente sovrastimare le capacità cognitive dell'uomo attribuendo poi l'errore alla tecnologia piuttosto che all'uso, è il caso di dirlo, malpensato del mezzo.

Alcuni elementi sono necessari per costruzione di un corso E-learning efficace. Essi sono:

- Immagazzinare e/o trasmettere le lezioni in forma elettronica su supporti esterni, cloud, memoria interna o esterna in locale, o ancora su server su internet o una intranet
- Includere contenuti rilevanti per l'obiettivo di apprendimento
- Utilizzare elementi multimediali, come parole e immagini, per fornire il contenuto

¹⁵³ «Registro dei documenti della Commissione - SEC(2001)526», consultato 28 aprile 2022, [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SEC\(2001\)526&lang=it](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SEC(2001)526&lang=it).

¹⁵⁴ Formazione A Distanza

- Utilizzare metodi didattici, quali esempi, pratica e feedback per promuovere l'apprendimento
- Incorporare una collaborazione sincrona tra studenti, come nelle sale studio, o una collaborazione asincrona, come nei forum di discussione
- Aiutare gli studenti a costruire nuove conoscenze e competenze legate ai singoli obiettivi di apprendimento o per il miglioramento delle prestazioni organizzative¹⁵⁵

Si può dire che l'E-learning sia una risorsa enorme ma, come già precedentemente accennato, ben lungi da me definirla quale panacea di tutti i mali della formazione: occorre equilibrare ciò che è didatticamente efficace, attraverso gli strumenti a disposizione, e ciò che non lo è (ancora).

Strumenti e progettazione didattica sono un nodo cruciale in fatto di E-learning; nel mio lavoro di consulente per formazione a distanza in campo di E-learning, ai fini della produzione di contenuti video per l'Università di Genova, ho avuto modo di partecipare a svariati incontri di formazione per il corpo docente, il cui tema principale era la modalità di trasformazione dei corsi, in modo che venissero erogati o totalmente in E-learning o in forma blended¹⁵⁶. Durante queste riunioni riscontrai una forte resistenza e diffidenza da parte del corpo docente nei confronti della formazione a distanza: veniva criticato lo strumento, l'insufficienza di sicurezze in fatto di verifica delle conoscenze e la mancanza di contatto con il discente, dal momento che il confronto in aula rispetto ai temi trattati sarebbe venuto a mancare. La questione si può ulteriormente esasperare chiedendosi se, ad oggi, a fini formativi sia meglio la carta scritta o un video. Tutte criticità che hanno trovato una via per essere giudicate assumibili e gestibili, anche per gioco forza, durante la crisi pandemica. Ritengo che basti osservare il proliferare di

¹⁵⁵ Ruth C. Clark e Richard E. Mayer, *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (John Wiley & Sons, 2016).

¹⁵⁶ Blended learning: apprendimento misto o apprendimento ibrido, nella ricerca educativa si riferisce ad un mix di ambienti d'apprendimento diversi. Esso combina il metodo tradizionale frontale in aula con attività mediata dal computer (ad esempio E-learning, uso di DVD, ecc.) e/o da sistemi mobili (come smartphone e tablet). Secondo i suoi fautori, la strategia crea un approccio più integrato tra docenti e discenti.

video-tutorial di ogni genere (categorizzabile come apprendimento informale) sulle piattaforme di streaming più conosciute, una su tutte YouTube appartenenti alla formazione informale: non si può non citare in tal senso il canale YouTube sul make-up per eccellenza, "Clio Make Up"¹⁵⁷, che vanta 1.36 milioni di iscritti e ha portato la sua ideatrice anche al successo televisivo, o ancora il fu Lynda.com¹⁵⁸, società leader nella fornitura di contenuti online per l'apprendimento e lo sviluppo professionale, che nel 2015 è stata acquisita da LinkedIn per la cifra di 1.5 miliardi di dollari.¹⁵⁹

Un esempio invece di apprendimento formale è un video-corso online chiamato "gli irrinunciabili", che copre le basi di Microsoft Office 2010 in tre moduli: (i) elaborazione testi, ovvero Word, (ii) fogli di calcolo, vale a dire, Excel e (iii) presentazioni multimediali, vale a dire, PowerPoint. Il video-corso include sia tutorial che video di fantasia, oltre a screen capture, e gli utenti possono consumarli secondo un modello simile a un buffet, a seconda delle esigenze degli individui, anzi, dei loro bisogni percepiti. In questo modo si può partire dal proprio modulo preferito e tracciare un percorso formativo personalizzato, anche prescindendo da una o più unità interne. Più precisamente, ogni modulo è composto da sei unità (Tabella 2), che includono video, materiali e collegamenti a risorse online.

	Word	Excel	PowerPoint
Unità 1	Interfaccia	Interfaccia	Basi
Unità 2	Testo	Celle	Design
Unità 3	Elementi di non-testo	Funzioni e formule	Animazioni
Unità 4	Layout	Grafici	Ipertesto, audio e video
Unità 5	Stampa unione	Formattazione speciale	Gestione della presentazione
Unità 6	Tips & Tricks	Layout e formattazione per la stampa	Most wanted

Tabella 2 - Struttura degli "Irrinunciabili"

¹⁵⁷ <https://www.YouTube.com/user/ClioMakeUp/>

¹⁵⁸ <https://www.lynda.com/>

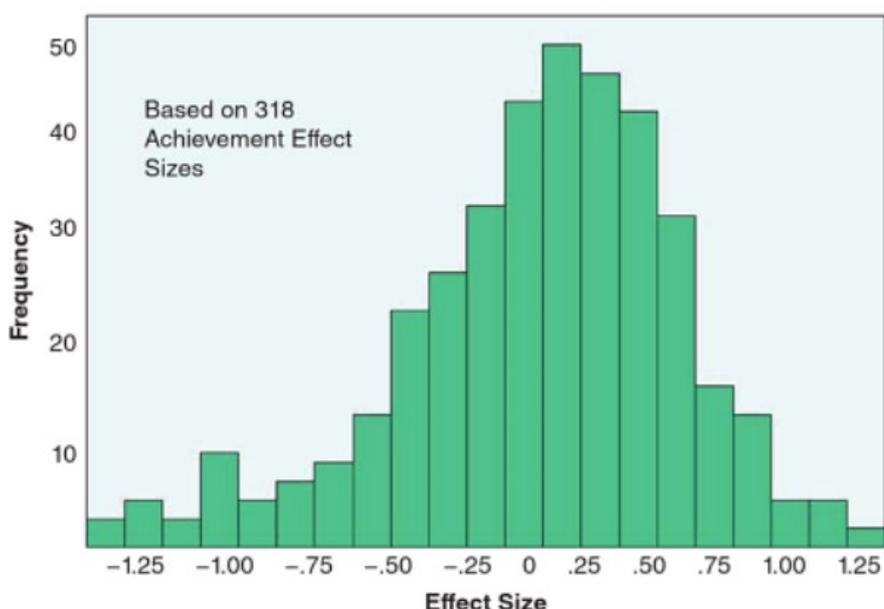
¹⁵⁹ «LinkedIn acquista lynda.com, leader nell'online learning, per 1,5 miliardi di dollari», FinanzaOnline, 9 aprile 2015, <https://www.finanzaonline.com/notizie/linkedin-acquista-lyndacom-leader-nell-online-learning-15-miliardi-di-dollari-433301/>.

Ciascuna delle unità nella Tabella 2 può essere fruita dagli studenti indipendentemente dal fatto che altre unità siano state consumate o meno, senza alcun vincolo. In questo modo il corso può essere personalizzato sulla base delle specifiche esigenze e del tempo a disposizione dei singoli fruitori. Per consigliare gli utenti sul percorso che dovrebbero meglio seguire, le lezioni introduttive sono seguite da test di autovalutazione volti a scoprire «Quanto ne sai?» e per spingere gli utenti più esperti a sorvolare le lezioni sulle basi e concentrarsi su argomenti avanzati o su lacune individuali, per sfruttare al meglio il proprio tempo. Una volta completati i tre moduli, l'utente accede al test di valutazione finale, che ha l'obiettivo di verificare e certificare il livello di competenza e abilità appena acquisito nell'utilizzo dei software di office automation. Il video-corso è stato reso disponibile attraverso la piattaforma e-learning ufficiale dell'Ateneo, che si basa su Moodle LMS, ed è stato accessibile ai dipendenti e agli studenti dell'Ateneo.

Continuando il dibattito che vede i metodi tradizionali di apprendimento a confronto con l'E-learning si può citare "*E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*":

«Con poche eccezioni, centinaia di studi comparativi dei media non hanno dimostrato differenze di apprendimento con diversi media (Clark, RE, 1994,2001; Dillon & Gabbard, 1998). »

Adapted from Bernard et al., 2004.



Il trattato prosegue poi con una meta-analisi di Bernard et al. (2004) in cui viene presentata l'integrazione di quegli studi di ricerca che hanno confrontato il livello e la qualità dell'apprendimento risultante con l'educazione a distanza e quello ottenuto attraverso l'apprendimento tradizionale in aula. Il grafico di riferimento mostra come nella frequenza di fruizione di contenuti le differenze siano, nella maggior parte dei casi, prossimi allo zero; si riscontrano invece differenze trascurabili ai margini, per quanto appaia evidente il margine più alto in favore dell'E-learning. A seguito di questo studio gli autori rincarano la dose riportando ulteriori dati del 2006 e asserendo: «Prove schiacciati hanno dimostrato che l'apprendimento in un ambiente online può essere efficace come quella nelle aule tradizionali. In secondo luogo, l'apprendimento degli studenti in un ambiente online è influenzato dalla qualità dell'istruzione online. Non sorprende quindi che studenti

Figura 19 - Apprendimento elettronico a distanza contro formazione faccia a faccia, distribuzione di dimensione dell'effetto.

di corsi online ben progettati e implementati imparino molto di più e in maniera più efficace, rispetto a quei corsi online in cui le attività di insegnamento e apprendimento non sono state pianificate con cura e dove la consegna e l'accessibilità sono stati da problemi di tecnologia.»¹⁶⁰

A questo punto, dato per assodato che l'efficacia, previa una didattica adeguata, sia incontestabile, occorre specificare e rendere evidenti le promesse e le insidie che si nascondono dietro la progettazione di un corso in E-learning:

- Apprendimento personalizzato: permette in tutto e per tutto di calibrare su misura, da parte del discente, il ritmo e la modalità di apprendimento, soprattutto per l'E-learning asincrono;
- Engagement nell'apprendimento: i processi cognitivi sono fondamentali quando si apprende e attivare un engagement psicologico, ossia la stimolazione di un flow che catalizzi l'acquisizione di conoscenze, è un elemento determinante ai fini di ottimizzare l'apprendimento;
- Multimedia: combinazione di testi, immagini, video per comunicare l'informazione da apprendere sono di grande aiuto ai fini dell'E-learning;

¹⁶⁰ Clark e Mayer, *E-Learning and the Science of Instruction*.

- Accelerazione di expertise attraverso gli scenari: la possibilità di imbastire simulazioni di job environment è un'ulteriore potenzialità del mezzo; mettere in discente situazioni realistiche, stimolandone lo sviluppo di capacità di problem solving, è estremamente didattico sia in caso di successo sia in caso di fallimento della simulazione;
- Apprendimenti attraverso Digital Games: stimolare l'apprendimento con Game Based Learning e Gamification è un approccio lecito e funzionale utile per ottenere engagement.

Come esempio di progettazione adeguata a quello che deve e dovrebbe essere un corso in E-learning, in linea con le attuali esigenze del panorama educativo mondiale, non si possono non citare i MOOC¹⁶¹. Questa tipologia di corsi in E-learning si è affermata come il fenomeno più vasto di formazione online, come si propone l'acronimo stesso; la sola piattaforma di aggregazione di corsi online Coursera¹⁶² constava di oltre 20 milioni di iscritti nel 2016, oggi ne conta circa 92 milioni, utenti più che raddoppiati rispetto al 2019, dove ne contava 44 milioni.¹⁶³ Nel periodo Covid la piattaforma ha concesso a molte università l'accesso gratuito ai suoi corsi. Il concetto di MOOC è nato da un'idea di Salman Khan del 2004¹⁶⁴, e il fenomeno si espanse al tal punto da convincerlo a rilasciare le sue lezioni su YouTube e, nel 2009, abbandonare il lavoro per perseguire il progetto Khan Academy. L'interesse per la modalità d'insegnamento della Khan Academy da parte delle maggiori università portò nel 2012 a una diffusione sempre più ampia dei MOOC e alla nascita di piattaforme aggregatrici di corsi online come la già citata Coursera, Udacity, EdX, Iversity, Udemy e la italiana Eduopen. Il punto di forza dei MOOC, e nello specifico di Coursera, che risulta la piattaforma col maggior numero di studenti, è il modello che adotta il mastery learning, ossia

¹⁶¹ Massive Open Online Courses, termine coniato nel 2008 da Dave Cormier.

¹⁶² <https://www.coursera.org/>

¹⁶³ «2021-Coursera-Impact-Report.pdf», consultato 7 aprile 2022, <https://about.coursera.org/press/wp-content/uploads/2021/11/2021-Coursera-Impact-Report.pdf>.

¹⁶⁴ Impartì lezioni di matematica alla cugina usando come supporto Notepad di Yahoo.

l'apprendimento personalizzato, e il peer assesment, ossia la collaborazione e valutazione da pari a pari tra studenti.

L'e-learning funziona, ed è dell'e-learning che avremmo avuto bisogno, ma il contesto improvviso della pandemia ha premiato coloro che già lo adottavano e reso estremamente problematica l'adozione del modello, probabilmente mai avvenuta da parte dei suoi detrattori o da parte di chi addirittura ne ignorava la metodologia confondendolo con la semplice trasposizione della lezione frontale in via telematica. Le necessità reali, quindi, riguardano in questo caso il poter usufruire di nuovi strumenti che si adattino al mezzo, o che comunque possono essere usati in contesti in presenza. Ad esempio un tentativo andato a buon fine è stato l'applicazione del metodo dell'istruzione tra pari, sviluppato negli anni '90 da Eric Mazur per le lezioni in presenza, e rielaborato per essere utilizzato in una classe online [Online Peer Instruction (OPI)], tramite Microsoft Teams e gestione dell'apprendimento su Moodle. L'istruzione tra pari si basa sul coinvolgimento di tutti gli studenti durante la lezione in aula, attraverso l'introduzione di domande poste dal docente alla classe e il feedback reciproco dato dagli studenti sulla correttezza delle risposte. Questo tipo di attività può favorire il coinvolgimento sia comportamentale che cognitivo degli studenti. Il processo di riflessione collettiva in aula segue lo studio individuale a casa, che si basa su materiali assegnati in anticipo dal docente.

Il contesto applicativo di OPI è stato il Corso di Comunicazione Digitale, per gli studenti del secondo anno della Laurea Magistrale in Scienze della Comunicazione dell'Università degli Studi di Genova. Il corso si propone di presentare come le tecnologie digitali oggi impattano sulla comunicazione. Il corso è sia teorico che pratico: la parte teorica tratta i modelli di interazione con le interfacce uomo-macchina, il confronto tra le architetture dei sistemi operativi, le reti di computer e i protocolli per la gestione dell'interconnessione di rete, l'Internet delle Cose; la parte pratica fornisce gli strumenti per progettare e realizzare applicazioni per la comunicazione visiva e multimediale sul Web, utilizzando i principali linguaggi e tecnologie, come HTML, CSS, JavaScript, PHP, e i relativi framework applicativi. L'applicazione di OPI ha coinvolto un centinaio di studenti e la piattaforma Moodle è stata utilizzata sia come repository dei materiali didattici del corso (registrazioni

e dispense delle lezioni) sia come ambiente contenente attività didattiche da coordinare tra loro per implementare OPI.¹⁶⁵

La letteratura sull'Extended Reality in campo education ha già mostrato la sua validità, ne resta piuttosto un problema legato all'adozione. Uno studio comparativo di Allcoat e Von Mühlhen¹⁶⁶ (Allcoat & von Mühlhenen, 2018) descrive gli esiti di un esperimento sulla diversità dei materiali di studio. A tre differenti gruppi di studenti al primo anno di psicologia sono stati assegnati testi su documenti elettronici (textbook style), risorse di realtà virtuale e video (di fruizione passiva). I contenuti veicolati erano identici e differivano esclusivamente per il mezzo di fruizione. L'esperienza in VR veicolata tramite "Lifelique Museum" permetteva di esplorare attivamente i contenuti e interagire con essi. Dopo una misurazione effettuata con un test pre e post fruizione dei "learning materials", i fruitori della VR hanno totalizzato una percentuale di risposte corrette superiore al doppio rispetto alla misurazione iniziale (28.5%). Questo risultato è stato di molto superiore rispetto a quello generato dalla fruizione dei video (16%) e di qualche punto percentuale maggiore rispetto al risultato generato dalla fruizione dei documenti elettronici (24.9%). A valle di questa sperimentazione è curioso constatare come i contenuti video standard abbiano meno efficacia rispetto al testo scritto o alla VR. Questo indirettamente ci dice che se la tele-lezione frontale può essere comparata a un contenuto video passivo? Naturalmente dipende dall'interattività degli studenti e dalla durata del video stesso. È pacifico pensare che dei contenuti ad hoc siano la cosa migliore se strutturati secondo la letteratura di riferimento sull'e-learning, sulle tecniche e tecnologie, anche innovative se possibile, per limitare le problematiche di una fruizione troppo passiva e quindi poco efficace sull'apprendimento.

A valle di questi ragionamenti è quindi lecito pensare che queste tecniche di apprendimento possano convogliarsi in nuovo modo di intendere la formazione, sia Blended che E-learning, costruendo quindi un nuovo paradigma che integri

¹⁶⁵ Mario Vallarino et al., «Online Peer Instruction on Moodle to Foster Students' Engagement at the Time of COVID-19 Pandemic», *IEEE Transactions on Education*, 2022, 1–10, <https://doi.org/10.1109/TE.2022.3158087>.

¹⁶⁶ Devon Allcoat e Adrian von Mühlhenen, «Learning in Virtual Reality: Effects on Performance, Emotion and Engagement», *Research in Learning Technology* 26 (27 novembre 2018), <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>.

tecnologie XR e di formazione (anche di gamification come si vedrà più avanti) in maniera più sistematica, al fine di costruire una formazione efficace a prescindere dalla situazione.

Resta comunque che ai fini della progettazione di un corso occorre fare attenzione al modo in cui si usano e miscelano i vari elementi e i diversi metodi, non esagerando con la multimedialità, non usando a sproposito i vari mezzi a disposizione, non perdendo di vista l'obbiettivo dell'insegnamento in oggetto ed evitando di utilizzare a sproposito il mare magnum della conoscenza di internet; una guida è fondamentale per evitare di perdersi, ed è questo che deve fare la formazione in E-learning: sfruttare il mezzo canalizzando le potenzialità. Si può dire che l'utilizzo di questi nuovi mezzi "*aumenta*" le capacità umane, spingendole oltre, ma i passi da fare sono ulteriori anche se accennati poco fa, vanno espansi al meglio per comprendere quali aspetti dell'Augmented Humanity voglio trattare.

Esercizi di produzione

Poste le basi, ho avuto modo di sperimentare negli anni svariati strumenti e tecniche di produzione per raggiungere determinati scopi. Ad esempio la gamificazione di un corso universitario sulle basi di Office a tema Star Wars¹⁶⁷, che ha portato alla successiva produzione di un corso sulla comunicazione efficace, anch'esso gamificato, per un'importante azienda televisiva.¹⁶⁸ Ho avuto modo di progettare un'esperienza legata alla VR e al cultural heritage¹⁶⁹ ¹⁷⁰, interrogarmi sulla possibilità di fare language learning in VR¹⁷¹ e su come gli strumenti della VR, o meglio dell'Extended Reality, possano effettivamente essere introdotti semplicemente nei contesti educativi¹⁷² e con quali difficoltà. Ciò su cui mi voglio concentrare ora è in realtà una summa di tutti questi aspetti che sono sfociati in una sperimentazione iniziata nell'anno accademico 2016/17 nell'insegnamento di

¹⁶⁷ Mauro Coccoli, Saverio Iacono, e Gianni Vercelli, «Applying Gamification Techniques to Enhance Effectiveness of Video-Lessons», *Journal of E-Learning and Knowledge Society* 11, n. 3 (30 settembre 2015), <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1062>.

¹⁶⁸ Saverio Iacono, Mario Vallarino, e Gianni Viardo Vercelli, «Gamification in Corporate Training to Enhance Engagement: An Approach», *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* 15, n. 17 (11 settembre 2020): 69–84, <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i17.14207>.

¹⁶⁹ Saverio Iacono, Daniele Zolezzi, e Gianni Vercelli, «Virtual Reality Arcade Game in Game-Based Learning for Cultural Heritage», in *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*, a c. di Lucio Tommaso De Paolis e Patrick Bourdot (Cham: Springer International Publishing, 2018), 383–91, https://doi.org/10.1007/978-3-319-95282-6_28.

¹⁷⁰ Gianni Viardo Vercelli et al., «Puzzle Battle 2.0: A Revisited Serious Game in VR During Pandemic's Period», in *Games and Learning Alliance*, a c. di Francesca de Rosa et al. (Cham: Springer International Publishing, 2021), 252–57, https://doi.org/10.1007/978-3-030-92182-8_25.

¹⁷¹ Saverio Iacono e Gianni Vercelli, «Lessons learned about language learning and extended reality frameworks», in *the 5th International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education (The 5th International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education, CAL-TEK srl, 2019)*, 51–55, <https://doi.org/10.46354/i3m.2019.vare.008>.

¹⁷² Picano, Antonio e Iacono, Saverio, «Esplorazione virtuale del Museo Dalì di Figueras (Spagna). Uno studio di caso sull'adattabilità di risorse di realtà virtuale nell'ambito della didattica della lingua spagnola e delle sue culture», in *Didamatica 2021*, vol. 35a edizione (Artificial Intelligence for Education, Palermo: AICA, ITD, 2021), 278–82, <https://www.aicanet.it/documents/10776/3961221/Atti+Didamatica+2021/6aa944d5-62a4-4b91-8fb9-92357ba068e9>.

“Realtà Virtuale, Realtà Aumentata e Gamificazione” (VRARGAM) per il corso di laurea di Digital Humanities dell’Università di Genova.

Gamification e Serie TV

L’insegnamento “Realtà Virtuale, Realtà Aumentata e Gamificazione” (da qui in avanti VRARGAM), gamificato in modo volutamente autoreferenziale, ha come obiettivo quello di fornire agli studenti le conoscenze sui fondamenti della grafica e animazione 3D, nonché le competenze pratiche per progettare applicazioni e sistemi basati sulla simulazione in realtà virtuale/aumentata/estesa e sulla gamificazione. Usando un approccio metodologico basato necessariamente sulla inter/cross-disciplinarietà (programmazione web, computer graphics, biomeccanica, percezione sensoriale, robotica e videogiochi), i risultati di apprendimento attesi sono sempre stati quelli di far acquisire metodi progettuali e strumenti operativi immediatamente applicabili nei contesti creativi legati alle Digital Humanities.

A partire dal 2016, le metodologie e le tecnologie di gamification erano già una realtà consolidata in contesti industriali e didattici. L'uso della gamification nell'istruzione superiore per migliorare il coinvolgimento degli studenti è stato sperimentato in vari contesti¹⁷³¹⁷⁴¹⁷⁵. Facendo riferimento all’analisi fatta 5 anni fa, la tecnica della “pointsification” risultava il modo più semplice per costruire esperienze apparentemente simili alla gamification.

Ma ridurla ad una mera raccolta punti, a mio modo di vedere, non solo non era il modo giusto per intenderla, ma anzi, era motivo per criticarne la reale efficacia. La gamification avvincente richiede molto lavoro e non è ovvio che tutti abbiano il

¹⁷³ Debita Tan, Malini Ganapathy, e Manjet Kaur Mehar Singh, «Kahoot! It: Gamification in Higher Education», *Pertanika Journal of Social Science and Humanities* 26 (1 marzo 2018): 565–82.

¹⁷⁴ István Varannai, Peter Sasvari, e Anna Urbanovics, «The Use of Gamification in Higher Education: An Empirical Study», *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)* 8, n. 10 (31 novembre 2017), <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2017.081001>.

¹⁷⁵ Bradley E. Wiggins, «An Overview and Study on the Use of Games, Simulations, and Gamification in Higher Education», *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)* 6, n. 1 (1 gennaio 2016): 18–29, <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016010102>.

tempo di costruire una narrativa o un sistema “gamificato” per soddisfare le esigenze specifiche.

Inoltre nella formazione formale di tipo terziario/universitario non è così semplice ridurre l'importanza delle tradizionali valutazioni obbligatorie utilizzando la triade “compito-voto-badge”, per avere obbligato lo studente e apprendere competenze specifiche senza uno scopo preciso.

Nell'articolo¹⁷⁶ è stata quindi descritta l'esperienza biennale fatta, dove era stata costruita un'esperienza educativa avvincente utilizzando una innovazione metodologica: il tema di una serie tv (la prima stagione della serie tv Netflix Stranger Things e la prima stagione della serie tv HBO WestWorld) come principio di gamificazione inclusiva e partecipativa, al fine di migliorare l'apprendimento di competenze e motivazione. Lo slogan della gamification era "Quando gli studenti non sono solo studenti, ma il cast di uno show televisivo". Ogni attività del corso - sia la partecipazione (lezioni frontali, seminari, letture, ecc.) che i compiti (compiti a casa, esercitazioni in laboratorio, lavoro in team, presentazioni individuali) è stata premiata in base ai palinsesti del corso e delle serie TV, in modo da produrre ogni settimana un adeguamento dinamico del cast, dai ruoli principali alle guest star. Infine, abbiamo analizzato le reazioni dei partecipanti attraverso interviste, rilevamento della presenza e partecipazione attiva, per capire quanto questo approccio influisca sulla motivazione degli studenti e li aiuti a migliorare l'apprendimento.

Il contesto di un corso di laurea magistrale come quello di Digital Humanities prevede una forte componente interdisciplinare. Gli studenti possono provenire da diversi settori tecnico scientifici, al di là di quelli normalmente propedeutici come la laurea triennale in Scienze della Comunicazione. In poche parole, è possibile (ed è già successo) che siedano tra gli studenti persone con una laurea triennale in ingegneria informatica mentre altre sono laureate in lettere e filosofia.

¹⁷⁶ S. Iacono et al., «A LESSON LEARNED ABOUT GAMIFICATION AND ENGAGEMENT IN A MASTER DEGREE COURSE», *ICERI2018 Proceedings*, 2018, 2898–2902.

Uno dei principi fondamentali della gamification è la parallelizzazione delle intenzioni: il momento “gamificato” deve essere un'attività divertente che incoraggia il compito reale che si vuole far eseguire, ma non lo riguarda direttamente. L'uno ha implicazioni che influenzano l'altro compito e tuttavia la motivazione che porta al progresso dell'attività è diversa. Tutto quindi si basa su questo semplice principio: fornire una motivazione di maggior coinvolgimento in modo tale che l'obiettivo principale sia raggiunto. Quindi quanto affermato dai teorici della Gamification, Werbach¹⁷⁷, Chou¹⁷⁸, MCGonigal¹⁷⁹ e Deterding¹⁸⁰, ruota attorno a questo.

Parlando di framework di gamification, Werbach e Hunter descrivono il sottoinsieme degli elementi che caratterizzano il game design (Figura 20), mettendo in evidenza solo quelli utili nei processi di Gamification¹⁸¹. Essi sono elencati di seguito, ordinati in base al livello di astrazione:

1. Dinamica: livello di astrazione più elevato. Essi comprendono vincoli, emozioni, narrazione, la progressione, le relazioni;
2. Meccanica: modo per spingere le interazioni e creare impegno. Essi includono sfide, opportunità, competizioni, cooperazioni, feedback, acquisizione di risorse, premi, transazioni, turni, *winstates*;
3. Componenti: istanze della meccanica e della dinamica. Possono apparire sotto forma di risultati, avatar, badge, combattimenti contro i boss, collezioni (oggetti, badge), combattimento, contenuti sbloccabili, regali, classifiche, livello, punti, quest (sfide con obiettivi e ricompense predefinite), grafico sociale, squadra, beni virtuali (benefici in gioco con valore contestuale o reale).

¹⁷⁷ Werbach e Hunter, *For the Win, Revised and Updated Edition*.

¹⁷⁸ Chou, *Actionable Gamification*, 2019.

¹⁷⁹ Jane McGonigal, *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World* (Vintage, 2012).

¹⁸⁰ Deterding et al., «From game design elements to gamefulness».

¹⁸¹ Werbach e Hunter, *For the Win, Revised and Updated Edition*.

Gli elementi di cui ai punti 1-3 sono gli elementi di design di base che dovremmo

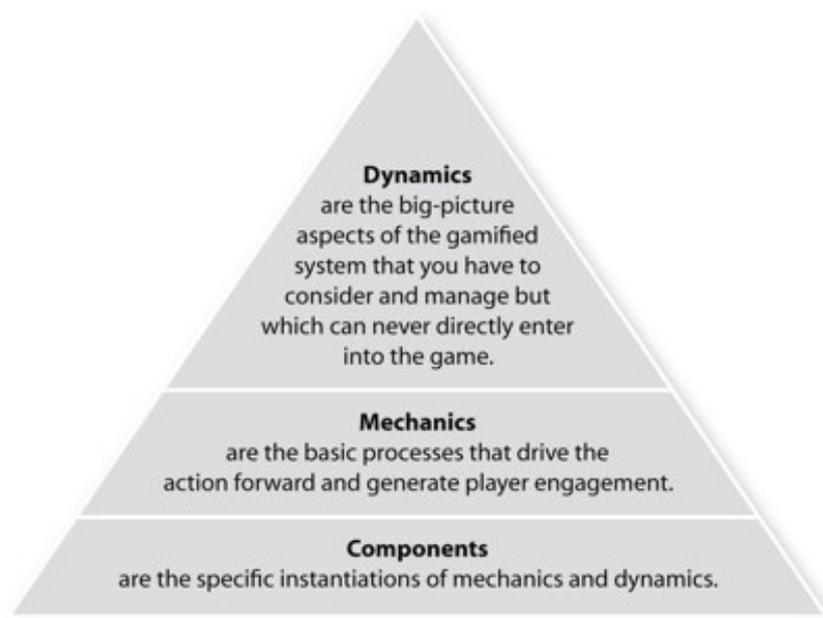


Figura 20 – Gerarchia degli elementi di game design.

utilizzare per ottenere una esperienza in grado di creare tutte le dinamiche positive di Gamification.

Questi sono quindi gli ingredienti per poter costruire un'esperienza gamificata, ben diverso però è sapere scegliere quelli adatti all'esperienza che si vuole suscitare per ottenere un engagement. Naturalmente l'utilizzo di un dato strumento o meccanica avrà più o meno presa su uno specifico soggetto, poiché comunque va tenuta in considerazione la natura dei soggetti coinvolti, fattore che non può essere indipendente dagli obiettivi che si prefigge l'esperienza gamificata o, meglio, il game designer che l'ha concepita.

Yu-kai Chou presenta un particolare framework di gamification ossia l'"Octalysis framework". L'Octalysis Framework (Chou, p.23) è un modello che offre uno sguardo più approfondito al design della gamification ed è suddiviso in otto "core drive" in cui sono definite le motivazioni. Secondo Chou, queste motivazioni sono ciò che potrebbe spingerci nella direzione prevista dall'esperienza progettata, in particolare:

1. Epic meaning & Calling

2. Development & Accomplishment
3. Empowerment & Creativity & Feedback
4. Ownership & Possession
5. Social Influence & Relatedness
6. Scarcity & Impatience
7. Unpredictability & Curiosity
8. Loss & Avoidance.

1. Epic meaning & Calling: è il Core Drive che entra in gioco quando una persona crede di fare qualcosa di più grande di sé e/o è stata "scelta" per intraprendere tale azione. Un esempio è quando un giocatore dedica molto del proprio tempo a contribuire a progetti come Wikipedia. Abbiamo familiarità con il fatto che le persone non contribuiscono a Wikipedia per fare soldi, ma non lo fanno nemmeno per riempire i loro curriculum. Le persone contribuiscono a Wikipedia perché credono di proteggere la conoscenza dell'umanità - qualcosa di molto più grande di loro. Questo entra in gioco anche quando qualcuno ha la "Fortuna per principianti" - un effetto per cui le persone credono di avere un tipo di dono che altri non hanno o ancora credono di essere stati fortunati ad ottenere una magnifica spada proprio all'inizio del gioco.

2. Development & Accomplishment: Lo sviluppo e la realizzazione sono la nostra motivazione interna per fare progressi, sviluppare competenze, raggiungere la padronanza e alla fine superare le sfide. La parola "sfida" qui è molto importante, in quanto un badge o un trofeo senza una sfida non ha alcun significato. Questo è anche il core drive più facile da progettare e, per coincidenza, è dove la maggior parte dei PBL: punti, badge, classifiche si concentrano principalmente.

3. Empowerment & Creativity & Feedback: è espresso quando gli utenti sono coinvolti in un processo creativo in cui ripetutamente scoprono nuove cose e provano combinazioni diverse. Le persone non hanno solo bisogno di modi per esprimere la propria creatività, ma devono anche vedere i risultati della propria creatività, ricevere feedback e adattarsi a loro volta. Ecco perché giocare con i Lego e fare arte è intrinsecamente divertente. Se queste tecniche sono progettate e integrate correttamente per consentire agli utenti di essere creativi, spesso diventano meccaniche sempreverdi: in cui un progettista di giochi non ha più bisogno di aggiungere continuamente contenuti

aggiuntivi per mantenere l'attività fresca e coinvolgente. Il cervello semplicemente si diverte. 4. Ownership & Possession: la proprietà e il possesso sono i luoghi in cui gli utenti sono motivati perché hanno la sensazione di possedere o controllare qualcosa. Quando una persona sente la proprietà di qualcosa, vuole innatamente aumentare e migliorare ciò che possiede. Oltre ad essere il principale motore del desiderio di accumulare ricchezza, si occupa di molti beni virtuali o valute virtuali all'interno dei sistemi. Inoltre, se una persona trascorre molto tempo a personalizzare il proprio profilo o avatar, sentirà automaticamente anche più possesso nei suoi confronti. Infine, questo core drive viene espresso anche quando l'utente si sente proprietario di un processo, progetto e/o organizzazione. 5. Social Influence & Relatedness: incorporano tutti gli elementi sociali che motivano le persone, tra cui: tutoraggio, accettazione sociale, feedback sociale, compagnia e persino competizione e invidia. Quando si vede un amico che è straordinario in qualche attività o possiede qualcosa di straordinario, si è spinti a cercare di raggiungerlo. Ciò è ulteriormente espresso nel modo in cui ci avviciniamo naturalmente a persone, luoghi o eventi a cui possiamo relazionarci. Se si vede un prodotto che ricorda la propria infanzia, il senso di nostalgia probabilmente aumenta le probabilità che il prodotto sia acquistato. 6. Scarcity & Impatience: è il Core Drive di voler qualcosa semplicemente perché è estremamente raro, esclusivo o immediatamente irraggiungibile. Molti giochi hanno "dinamiche degli appuntamenti" o "pause di tortura" (torna dopo 2 ore per ottenere la tua ricompensa) - il fatto che le persone non riescano a ottenere qualcosa nell'istante in cui lo vogliono li motiva a pensarci tutto il giorno. Di conseguenza, restituiscono al prodotto tutte le possibilità che ottengono. Questo core drive è stato ben utilizzato da Facebook quando è stato lanciato: inizialmente era solo per gli studenti di Harvard, poi si è aperto a poche altre prestigiose scuole, e infine a tutti i college. Quando alla fine si è aperto a tutti, molte persone hanno voluto aderire semplicemente perché in precedenza non potevano entrare. 7. Curiosity: essere costantemente "engaged" perché non si sa cosa accadrà dopo. Quando qualcosa non rientra nel quotidiano o nei soliti schemi, il cervello si attiva maggiormente e presta attenzione all'imprevisto. Questo è ovviamente il Core Drive principale dietro le dipendenze da gioco d'azzardo, ma è anche presente nelle lotterie. A un livello più blando, molte persone guardano film o leggono

romanzi grazie a questo Core Drive. I controversi esperimenti di condizionamento operante di Skinner, in cui un animale preme irrazionalmente una leva frequentemente a causa di risultati imprevedibili, sono riconducibili esclusivamente alla spinta principale di Imprevedibilità e Curiosità. 8. Loss & Avoidance: è la motivazione per evitare che accada qualcosa di negativo. Su piccola scala, potrebbe essere per evitare di perdere il lavoro precedente o di cambiare il proprio comportamento. Su una scala più ampia, potrebbe essere per evitare di ammettere che tutto ciò che è stato fatto fino a questo punto era inutile perché ora si sta smettendo. Inoltre, le opportunità che stanno svanendo hanno un forte utilizzo di questo Core Drive, perché le persone sentono che se non agissero immediatamente, perderebbero l'opportunità di agire per sempre (ad es. "Offerta speciale per un periodo limitato!").

Ciò che è importante in questo framework è la totale "integrazione" con diversi modelli e teorie che utilizzano i "core drive" in vari contesti. Innanzitutto, l'autore identifica quelli che si possono definire come due sub-framework in cui sono coinvolte diversi core drive: Left Brain e Right Brain, White Hat e Black Hat della gamification. Il "Left Brain e Right Brain" è un "modello" simbolico che distingue tra i core drive considerati rispettivamente parte della motivazione estrinseca e intrinseca (concetti facenti parte della Self Determination Theory¹⁸²). In particolare, il cervello sinistro ha lo scopo di coinvolgere la logica, la proprietà e il pensiero analitico, quindi le pulsioni principali coinvolte sono 2 (Sviluppo e realizzazione), 4 (Proprietà e possesso) e 6 (Scarsità e impazienza). Il cervello destro è collegato alla creatività, curiosità e socialità, di conseguenza al core drive 3 (Empowerment & Creativity & Feedback), 5 (Social Influence & Relatedness) e 7 (Unpredictability & Curiosity). Gli otto core drive principali sono equamente divisi in quelle che sono considerate in qualche modo motivazioni positive e negative. Il secondo sub-framework è il White Hat e Black Hat, definizione mutuata dalla pratica SEO. Qui c'è una distinzione più chiara tra "bene e male". I core drive White Hat sono caratterizzati dal core drive 1 (Epic Meaning & Calling); 2 (Sviluppo e realizzazione)

¹⁸² «Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. - PsycNET», consultato 26 aprile 2022, <https://doi.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0003-066X.55.1.68>.

e 3 (Empowerment & Creatività & Feedback); Invece Black Hat è formato dal core drive 6 (Scarcity & Impatience), 7 (Unpredictability & Curiosity) e 8 (Loss & Avoidance).

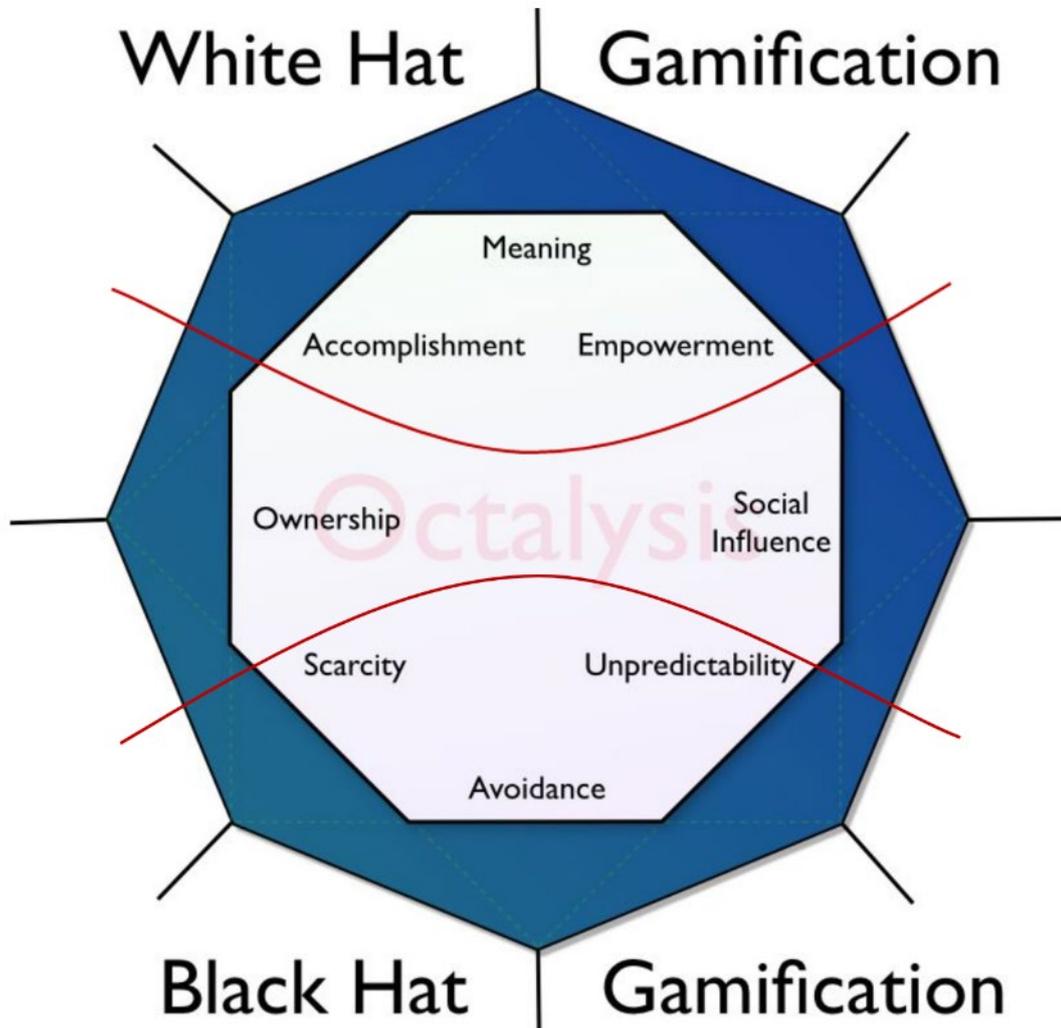


Figura 21 - Octalysis Framework coniugato in White Hat e Black Hat

Questi due sub-framework sono organizzati con motivazioni opposte ma comunque connessi e necessari per una buona ed efficace progettazione. La motivazione positiva non è necessariamente motivante a sufficienza per svolgere un compito e viceversa. In entrambi i casi gli stimoli possono essere considerati complementari. Ad esempio, il senso epico che stimola l'azione per un obiettivo nobile e più grande (Epic Meaning & Calling) può scontrarsi con un cattivo tempismo che renderebbe l'azione inconcludente, a causa della mancanza di

senso di urgenza e lo stress necessario per raggiungere l'obiettivo. Il senso di urgenza (dato da Loss & Avoidance) gioca quindi un ruolo considerato essenzialmente negativo in quanto genera stress psicofisico, che però ha un effetto positivo sul quadro generale, come osservato nella teoria del flusso di Csikszentmihalyi¹⁸³. Secondo Csikszentmihalyi, il giusto livello di ansia favorisce il raggiungimento dello stato di Flusso, in cui la sfida e la capacità di portare a termine un compito forniscono l'equilibrio necessario per raggiungere lo stato d'animo più soddisfacente e favorevole per l'apprendimento¹⁸⁴. Ne consegue quindi che uno stimolo Black Hat può essere utilizzato come spinta verso un obiettivo, inibendo una procrastinazione continua nel portarlo a compimento.

Fatte queste premesse metodologiche, come ottenere nel nostro contesto maggiore motivazione e coinvolgimento? Le modalità per ottenerlo possono essere tra le più disparate e non è sempre facile trovare la chiave corretta per ottenere tali risultati, se non attraverso uno studio sulla motivazione intrinseca ed estrinseca e su come evitare di banalizzare la gamification in "pointsfication", cioè prendendo poi quelle componenti più basilari tipiche dei giochi che da sole sono anche per certi versi meno efficienti, in quanto con semplici meccanismi di punti e classifiche tendono a enfatizzare chi fa di più e chi fa di meno, scoraggiando potenzialmente chi si trova in fondo alla classifica. La classifica può quindi essere intesa come uno stimolo di "Avoidance" più precisamente secondo Chou Y.¹⁸⁵ questo è l'ottavo core drive, in cui lo stimolo è dato dalla paura di perdere qualcosa o dal desiderio di evitare situazioni indesiderate. Questo stimolo fa parte di quello che viene chiamato il Black Hat della gamification per il quale, in un certo modo, promuoviamo conseguenze "negative" o sentimenti a volte ansiogeni per ottenere un risultato. L'esatto opposto è il White Hat, dove "Epic Meaning" o "Empowerment

¹⁸³ Mihaly Csikszentmihalyi, Sami Abuhameed, e Jeanne Nakamura, «Flow», in *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*, a c. di Mihaly Csikszentmihalyi (Dordrecht: Springer Netherlands, 2014), 227–38, https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_15.

¹⁸⁴ Yang Chen et al., «Cogent: Case Study of Meaningful Gamification in Education with Virtual Currency», *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* 10, n. 1 (21 febbraio 2015): 39–45, <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i1.4247>.

¹⁸⁵ Yu-kai Chou, *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards* (Packt Publishing Ltd, 2019).

of Creativity" promuovono la partecipazione a qualcosa di più grande, prevedendo così il coinvolgimento di più persone per ottenere un risultato, possibilmente soddisfacente. Questo percorso teorico è alla base del ragionamento per approcciare la gamification in un contesto complesso, come quello della didattica universitaria, cercando il più possibile di mantenere un meccanismo semplice ma allo stesso tempo coinvolgente, con il naturale obiettivo di migliorare l'engagement non solo durante incontri periodici delle lezioni, ma anche per motivare il raggiungimento di un obiettivo finale relativo ad un argomento di potenziale interesse, che abbia sia elementi legati ai temi di un corso, sia tematiche che esulano dal corso stesso.

Sfruttando l'esperienza maturata durante l'esperienza positiva con l'universo fittizio di Star Wars¹⁸⁶, abbiamo cercato di sfruttare un nuovo tema narrativo. Questa volta il tema non era legato al mondo del cinema ma a quello delle serie tv che negli ultimi anni stanno vivendo la loro terza età d'oro¹⁸⁷ grazie alla produzione digitale di qualità sempre più avanzata e grazie a narrazioni complesse di ampio respiro raramente sono applicabili al mondo del cinema, che attira attori di altissimo livello. In questo caso scelta la serie di riferimento, contrariamente a quanto fatto in Star Wars in cui veniva composta una nuova narrazione per accompagnare le varie fasi del corso, abbiamo snellito il modello produttivo, limitando questo tempo ad accompagnare le lezioni con un incipit coinvolgente utilizzando la sigla iniziale della serie TV selezionata.

Primo anno: *Stranger Things* (2016-2017)

La serie, nel primo anno di sperimentazione, aveva puramente l'intento di generare interesse e lanciare il tema che sarebbe stato importante per il corso. Cavalcando il successo commerciale, è stata scelta la prima stagione di *Stranger Things*¹⁸⁸. Prendendo in considerazione gli argomenti della serie rispetto a quelli del corso è stata sicuramente la scelta più povera, mentre era molto più forte la componente di creazione engagement per finalizzare l'apprendimento generale. La sigla iniziale

¹⁸⁶ Coccoli, Iacono, e Vercelli, «Applying Gamification Techniques to Enhance Effectiveness of Video-Lessons».

¹⁸⁷ Amy M. Damico e Sara E. Quay, *21st-Century TV Dramas: Exploring the New Golden Age* (ABC-CLIO, 2016).

¹⁸⁸ Show di Netflix in onda per la prima volta nel 2016

della serie è stata ricostruita partendo dai caratteri di riferimento utilizzati, ovvero il Benguiat Grassetto per il titolo della serie e le macro lettere che scorrono durante la sigla stessa, mentre per i nomi dei partecipanti è stato usato il “Century Gothic Bold”. Il rendering finale della sigla introduttiva è stato prodotto con Adobe Premiere e Adobe After Effects. È stata inoltre mantenuto il tema musicale originale della serie di Kyle Dixon e Michele Stein. In questa fase si è voluto introdurre la tematizzazione, cercando semplicemente di stimolare il core drive del “Epic Meaning”: produrre qualcosa di interessante, che potesse come effetto collaterale attrarre Netflix, titolare dei diritti del spettacolo, e il produttore diretto.



Figura 22 - Logo della serie Netflix

La consegna finale dell’esame consisteva nella creazione di una demo del gioco e di un game design document¹⁸⁹ mantenendosi sul tema proposto, come con una nuova storia, qualcosa di parallelo o ispirato alla storia originale. All’inizio di ogni lezione, veniva mandata “in onda” la sigla di apertura con crediti personalizzati e un titolo personalizzato, perché ogni titolo si è ispirato alla serie mescolandosi con gli argomenti di ogni lezione. Ad esempio, la lezione sulla modellazione 3d si chiamava “The Big Max and the Little Maya” con chiaro riferimento a 3D studio

¹⁸⁹ Documento di progetto che contiene tutte le informazioni inerenti alla storia, struttura delle mappe e narrativa, comandi e interazioni.

Max e Maya¹⁹⁰; la lezione sui sistemi di orientamento (left hand e right hand) è stata intitolata “The Upside Down”, e così via. Agli studenti fu comunicato che i loro nomi inseriti nella sigla non erano solo estetici, ma che dopo le prime due lezioni avrebbero potuto cambiare di posizione in base alla presenza durante le lezioni. Come in un reale show di qualsivoglia genere, più importante è un attore, più probabilmente il nome apparirà prima di altri. Lo spostamento dei nomi non è mai stato mai realmente messo in pratica. Gli studenti coinvolti erano 33, la pipeline per aggiornare la opening con After Effects era complessa da gestire a causa della complessità intrinseca del software e dei numerosi livelli presenti nel progetto finale. Inoltre, la sigla era semplicemente troppo corta (50 secondi) e con spazi troppo ristretti e gestiti in maniera non ottimale per poter far effettivamente scorrere tutti quei nomi. Per l'esame finale gli studenti sono stati divisi in piccoli gruppi di 3 o 4 persone, in modo che potessero lavorare insieme su un'unica idea di progetto e quindi produrre il loro game design document e una versione demo/alpha della loro idea.

Secondo anno: Westworld (2017–2018)

Nel secondo anno, dopo i buoni risultati agli esami come produzione degli studenti dell'anno precedente, abbiamo scelto di riutilizzare lo stesso principio, ma questa volta abbiamo voluto selezionare qualcosa di un po' meno commerciale e più vicino ai temi del corso e al nuovo trend tecnologico dell'A.I. Quindi, la scelta ricadde su Westworld in maniera abbastanza naturale.

¹⁹⁰ Entrambi software di modellazione di proprietà di Autodesk, 3D studio è solitamente considerato il fratello maggiore e creato precedentemente rispetto a Maya. Inoltre 3DStudio è un programma che occupa molto più spazio disco.



Figura 23 - logo serie Westworld di HBO

Grazie al tema del “luna park dove tutto può succedere” in sicurezza (come nella realtà virtuale), abbiamo proposto questa serie anche per l'alta qualità della produzione narrativa. Questa volta però, data la complessità della sigla iniziale originale, questa non è stata ricreata interamente, ma ci siamo solo limitati ad eliminare i titoli di coda originali con After Effects. Successivamente abbiamo inserito il nostro nome e quello degli studenti, e questa volta la “leaderboard” basata sulla presenza attiva è stata effettivamente aggiornata. Eravamo meglio organizzati, avevamo una sigla più lunga (1 minuto e 43 secondi) e con un numero minore di studenti (18) che ha aiutato il processo di monitoraggio. L'ordine dei nomi veniva effettivamente modificato ad ogni lezione successiva alla seconda, e chi non raggiungeva la metà delle presenze registrate veniva “licenziato” dal cast e sosteneva l'esame come “non frequentante”. Inoltre, durante il corso ogni studente doveva produrre un game design document su una proposta personale del gioco e presentarla: la migliore idea selezionata dallo staff (i docenti) è diventata il grande progetto su cui lavorare per tutti gli studenti. Per quanto l'idea sulla carta sembrasse buona, all'atto pratico gli studenti non riuscirono a collaborare in concerto, divisi tra esigenze personali, sociali e produttive. La competizione per imporre la propria idea sugli altri, produsse pitch document molto interessanti, ma alla fine quello selezionato fu veramente sviluppato solo da un piccolo gruppo di 6

persone, quindi leggermente più esteso rispetto all'anno precedente, mentre la maggior parte degli altri finì per creare un proprio progetto personale o in mini gruppi. De facto si era ricreata autonomamente l'impostazione data nell'anno precedente. Al di là della bontà della gamificazione tramite sigla, la scelta di raggrupparli tutti insieme per simulare la realtà di una software house di sviluppo indipendente fu decisamente poco efficace. Nonostante questo, però la qualità dei lavori degli studenti rimase alta.

Terzo e quarto anno: *Altered Carbon* e *Psycho-pass* (2018-2020)

A livello produttivo era palese che la soluzione migliore fosse ormai quella di eliminare semplicemente i "credits" dalla sigla originale per sostituirli con i partecipanti al corso, che di conseguenza divenne lo standard da seguire per le future produzioni. Nell'anno accademico 2018-2019 fu scelta la serie tv *Altered Carbon*. Il numero degli studenti si era quasi raddoppiato (33) e la sigla di forniva, oltre a temi vicini al corso, nuovamente una sigla di apertura di una lunghezza simile alla precedente (1 minuto e 42 secondi). Di questo anno è corretto dire che il processo produttivo era stato normalizzato, sempre utilizzando *After Effects*, con la sola difficoltà iniziale nel ricreare effetti di comparsa e scomparsa dei nomi che fossero armonici con la sigla originale. La metodologia proposta rimane la stessa e i progetti tornano ad essere in piccoli gruppi di massimo 3 o 4 persone. Le tematiche di *Altered Carbon* rimangono piuttosto connesse al corso, grazie alla dinamica del "cambiamento di custodia" ossia la possibilità di cambiare il proprio corpo lasciando la mente intatta, come resta possibile nella VR indossare un corpo diverso dal proprio, resta vivo il tema della possibile interazione con delle A.I. oltre che la normalizzazione degli strumenti stessi della XR.



Figura 24 - frame dell'Opening di Altered Carbon di Netflix

Nell'anno accademico 2019-2020 il tema scelto è stato Psycho-pass, (43 studenti) un anime del 2012 che, come era ormai diventata prassi, introduce parecchi aspetti



Figura 25 - frame dall'opening di Psycho Pass dello studio di animazione Production I.G.

legate alla vita quotidiana e come potrebbe apparire la normalizzazione della vita con l'XR. Non ci sarebbe in realtà molto da aggiungere, se non che l'anno di Psycho-pass è conciso con la crisi pandemica e di conseguenza la sperimentazione è passata in una modalità completamente online, in quanto il corso tradizionalmente si è sempre svolto nel secondo semestre e quindi iniziò in pieno lockdown. Questo oltre a modificare forzatamente la condizione di partenza ha offerto la possibilità di comprendere se, in una fruizione completamente diversa, poteva eventualmente modificarsi la percezione della gamificazione stessa.

Quinto anno: Upload (2020-2021 VRARAGAM e 2021-2022 VRxRobotics)

L'anno accademico 2020-2021, caratterizzato dalla seconda e terza ondata pandemica Covid-19, ha segnato un importante aumento nel numero degli studenti, ed ha coinciso per la prima volta con l'uso della stessa serie in due corsi di laurea molto diversi tra loro. La serie tv scelta è stata la prima stagione di Upload.

Le variazioni, al di là del tema della serie che offre numerosi spunti e collegamenti



Figura 26 - Frame dell'opening della prima puntata di Upload dei Prime studios

con la realtà virtuale, hanno riguardato perlopiù l'inserimento di metodologie di E-learning, la Online Flipped Classroom¹⁹¹ e la Online Peer Instruction, avendo potuto mettere a disposizione materiale altrimenti impossibile da preparare per tempo e intuendone l'efficacia per le parti più tecniche¹⁹². Inoltre, quest'anno ha visto la possibilità di testare la metodologia su un gruppo di studenti differenti, mantenendo invariate le tematiche principali del corso. Infatti, oltre al corso di Digital Humanities (56 studenti), la gamificazione è stata erogata per l'insegnamento Virtual Reality for Robotics (86 studenti) per il corso di Robotics Engineering del Dibris. L'insegnamento, oltre ad avere studenti con un background esclusivamente ingegneristico, è stato erogato completamente in lingua inglese poiché gli studenti potevano essere di una qualunque nazionalità.

¹⁹¹ O Didattica capovolta, metodologia che vede consegnati i materiali della lezione da fruire a casa individualmente, mentre lo studio della materiale viene effettuato in classe dove il docente assume anche il ruolo di tutor.

¹⁹² Tao Tang et al., «Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19», *Interactive Learning Environments* 0, n. 0 (13 settembre 2020): 1–12, <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>.

Raccolta dati

Nel primo anno abbiamo cercato di capire dai nostri studenti se fosse stata apprezzata l'idea di utilizzare una serie tv per il corso facendo delle interviste dopo gli esami, e il parere di alcuni studenti era positivo sull'avere un compito tematico preciso da compiere. Da questa prima opinione siamo stati incoraggiati a ripetere di nuovo l'esperienza e provare a perfezionare la versione precedente del corso con un principio ludicizzato un po' forte usando una classifica nascosta.

Durante il secondo anno sono emerse delle discussioni da parte degli studenti sul corretto posizionamento del loro nome nella sigla. Dopo la seconda release del corso gamificato abbiamo studiato un test basato sulla Scala Likert, per registrare attraverso sei frasi il loro gradimento e percezione del corso, cercando di capire se le loro opinioni fossero in accordo con le nostre affermazioni.

Il questionario conteneva le seguenti affermazioni:

1. Hai percepito in maniera positiva l'esperienza del corso gamificato
2. Rifaresti un corso gamificato in questo modo
3. Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla
4. Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più
5. La presenza del tuo nome nella sigla ha influenzato positivamente la tua partecipazione al corso
6. Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso

La scala di valutazione è composta da cinque gradini che vanno da “per niente d'accordo”, al gradino intermedio “né in accordo né in disaccordo” fino all'ultimo gradino “molto d'accordo”. L'erogazione del questionario agli studenti è stata fatta tramite Google Form e in forma rigorosamente anonima. Il questionario venne sottoposto agli studenti dopo l'esame: questo ha prodotto, soprattutto nei primi anni, un'ingente perdita di dati in quanto gli studenti spesso si dimenticavano di farlo, per quanto breve, e non c'era modo di ricontattarli per chiedere cortesemente di compilarlo. Questo approccio ha danneggiato le prime raccolte dati, ma la scelta nel tempo è rimasta la stessa. La soluzione più efficace per raccogliere dati con maggiore certezza era quella di imporre la compilazione prima di sostenere

l'esame come prerequisito dello stesso, ma questa opzione è stata evitata facendo la precisa scelta di evitare i bias degli studenti: imponendo la compilazione prima

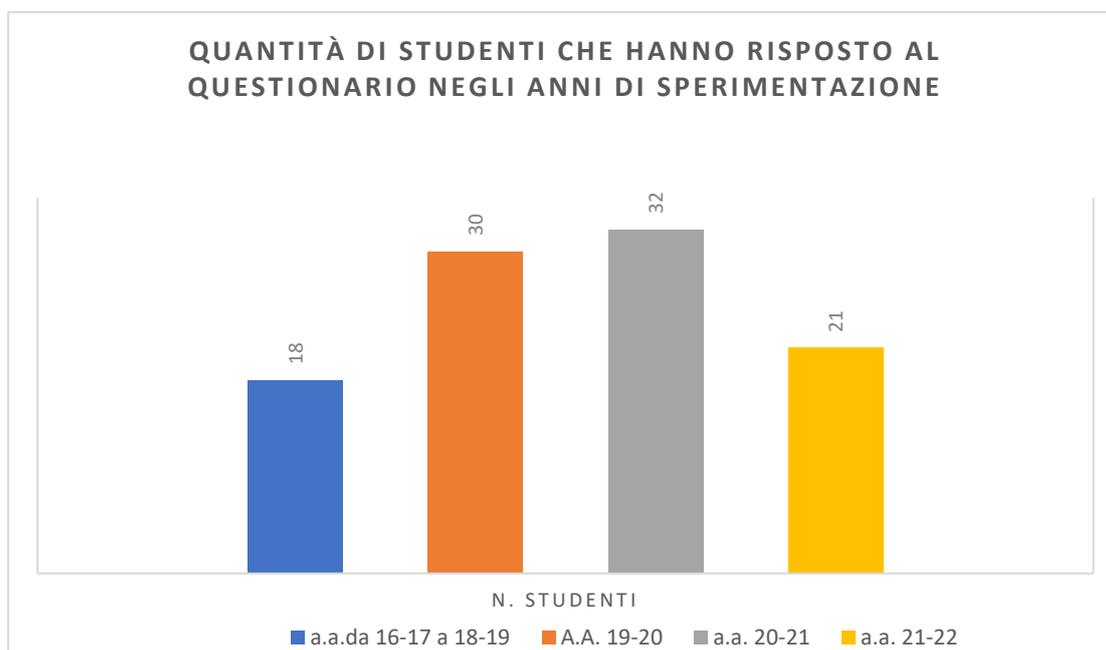


Figura 27 - Grafico di partecipazione

di sostenere l'esame c'era la possibilità tangibile che gli studenti non avrebbero creduto all'anonimità effettiva del questionario, nonostante le nostre rassicurazioni, minando quindi il pensiero degli stessi e inducendoli a valutare positivamente, anche dove non ci fosse intenzione, l'esperienza gamificata. La scelta di erogare il questionario post-esame ha dal suo canto il potenziale bias della votazione d'esame, magari non soddisfacente, che avrebbe potuto influire negativamente sulle valutazioni del questionario oltre che avvenire in tempi potenzialmente molto distanti dall'esperienza stessa del corso. Nonostante tutto si è preferito quest'ultima soluzione, considerando che le sigle una volta "mandate in onda" all'inizio di ogni lezione, sono sempre rimaste disponibili agli studenti stessi come memento dell'esperienza fatta. L'andamento complessivo sulla quantità dei questionari raccolti nei diversi anni accademici è qui esposta in Figura 27

Negli anni accademici 2019-2020 e 2020-2021, per limitare la dispersione dei primi anni, si è chiesto di compilare il questionario immediatamente dopo l'esame o al massimo entro 24 ore. Il numero di questionari raccolti, come si può vedere in figura, è stato significativo.

Risultati

I risultati preliminari pubblicati nel 2018 erano incoraggianti: il 66,6% degli studenti che ha risposto al test anonimo si è dichiarato “abbastanza d'accordo” e “molto d'accordo” su “Hai percepito positivamente l'esperienza del corso ludicizzato”, il 77,7% “d'accordo” e fortemente “d'accordo” su “Il tema scelto per la ludicizzazione del corso ti ha interessato”. Il 66,6% ha la sensazione positiva di vedere il proprio nome nei titoli di coda e il 55,5% è stato "d'accordo" e "molto d'accordo" sul fatto che la presenza del proprio nome nell'apertura introduttiva abbia influenzato positivamente la loro partecipazione al corso.

Tabella 3 - Risultati questionario pubblicati nel 2018

					
1: Hai percepito in maniera positiva l'esperienza del corso gamificato	0%	0%	33.3%	33.3%	33.3%
2: Rifaresti un corso gamificato in questo modo	11.1%	22.2%	22.2%	11.1%	33.3%
3: Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla	0%	22.2%	11.1%	11.1%	55.5%
4: Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più	0%	11.1%	0%	44.4%	44.4%
5: La presenza del tuo nome nella sigla ha influenzato positivamente la tua partecipazione al corso	6%	33%	11.1%	11.1%	44.1%
6: Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso	11.1%	11.1%	0%	11.1%	66.6%

Su questa base la sperimentazione è stata ripetuta negli anni successivi fino al quarto anno di sperimentazione (a.a. 2019-2020) con i seguenti dati complessivi.

					
1: Hai percepito in maniera positiva l'esperienza del corso gamificato	2%	2%	15%	46%	35%

2: Rifaresti un corso gamificato in questo modo	6%	29%	19%	27%	19%
3: Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla	3%	13%	23%	27%	34%
4: Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più	0%	10%	15%	46%	29%
5: La presenza del tuo nome nella sigla ha influenzato positivamente la tua partecipazione al corso	6%	12%	23%	19%	27%
6: Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso	2%	2%	19%	31%	44%

Tabella 4 - dati aggiornati al 4° anno di sperimentazione percentuali calcolate su 48 risposte ricevute.

Confrontando la tabella 3 e la tabella 4 si può notare come le percentuali si siano perlopiù stabilizzate sui valori precedentemente pubblicati con un incremento del 15% di risposte positive al punto 1: *Hai percepito in maniera positiva l'esperienza di corso gamificato* che quindi raggiunge un generale gradimento del 81% degli intervistati. Al punto 2: *“Rifaresti un corso gamificato in questo modo”* abbiamo un gradimento totale del 46% con un perdita consistente di persone “molto d'accordo” che si sono invece assestate nello step immediatamente inferiore. La grandezza di questo dato è risultata un po' in contrasto con la risposta precedente che si può definire fortemente entusiasta. Il punto 3: *“Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla”* vede un generale incremento delle persone neutrali e che in generale fanno perdere un 5% di opinioni complessivamente positive ed un 6% di opinioni complessivamente negative. Per il punto 4: *“Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più”* abbiamo un calo di circa 8% di intervistati complessivamente positivi rispetto l'esperienza, percentuali che vanno a posizionarsi tra gli intervistati neutrali, lasciando le opinioni negative quasi invariate, la perdita di un 1% dei giudizi negativi si sposta tra i neutrali. Il punto 5: *“La presenza del tuo nome nella sigla ha influenzato positivamente la tua partecipazione al corso”* sembra essere quello aver subito maggiori variazioni con l'aumento del campione. Gli intervistati complessivamente positivi sono passati dal 55.2% al 46% con una riduzione del 7.2%, mentre le persone neutrali sono aumentate del 12% mentre i giudizi complessivamente negativi si sono ridotti del

18%. Nel punto 6: “*Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso*” infine abbiamo un generale miglioramento: il gradimento complessivo scende da 77.7% a 75% crescono i neutrali dallo 0 al 19%, ma cosa forse più importante si riducono notevolmente i giudizi negativi. Siccome questo dato riguarda il gradimento generale delle serie scelta, avrebbe dovuto essere quello potenzialmente più instabile, invece così non è stato. In buona sostanza i risultati si sono assestati moderando leggermente i valori, ma per lo più si può dire che le opinioni negative si sono sensibilmente ridotte in favore di quelle neutre e di quelle generalmente positive.

Negli ultimi due anni accademici, quelli svolti in didattica a distanza e didattica digitale integrata causa la crisi pandemica COVID-19, il questionario è stato modificato sia nella riformulazione che nell'ordine.

In particolare le modifiche effettuate sono state le seguenti:

Tabella 5 - Comparazione dei questionari

Questionario originale	Nuovo Questionario
1: Hai percepito in maniera positiva l'esperienza del corso gamificato	1: Hai percepito in maniera positiva l'esperienza del corso gamificato
2: Rifaresti un corso gamificato in questo modo	
3: Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla	2: Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla
4: Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più	3: Il movimento del tuo nome nella sigla ti ha stimolato a intervenire durante le lezioni con maggiore frequenza
5: La presenza del tuo nome nella sigla ha influenzato positivamente la tua partecipazione al corso	4: Hai percepito positivamente che ogni lezione iniziasse con la Sigla come introduzione dei temi del giorno e come filo conduttore del corso?
	5: Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più
6: Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso	6: Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso
	7: Rifaresti un corso gamificato con la sigla e i nomi che si spostano, ma con contenuti e/o obiettivi diversi

	DOMANDE Sì/No inserite a corollario del questionario
	A: è capitato che il tuo nome arretrasse nella sigla? (Sì/No)
	B: se Sì, è stata per te un'esperienza stressante? (Sì/No)

La motivazione di questa riformulazione del questionario si può riassumere in questa considerazione: appariva strano che ci fosse un alto gradimento dell'esperienza gamificata del corso (domanda 1 del questionario originale), ma che non si volesse ripetere un'esperienza di questo tipo (domanda 2 del questionario originale). Si è quindi deciso di modificare il posizionamento della domanda chiarendo in modo palese che si trattasse di un corso diverso da VRARGAM e non lo stesso, in quanto il gruppo docente del corso è assolutamente cosciente della complessità e dell'impegno che richiedere sostenere l'esame relativo a VRARGAM. Quindi era necessario comprendere se questo tipo di gamification potesse essere benvenuta in altri contesti. Sono state inoltre aggiunte due domande che riporto qui di seguito: "è capitato che il tuo nome arretrasse nella sigla" e "se sì, è stata per te un'esperienza stressante?".

Di seguito i risultati per l'anno accademico 2020/2021 sulle basi del nuovo questionario

					
1: Hai percepito in maniera positiva l'esperienza del corso gamificato	0%	0%	6%	44%	50%
2: Ti ha colpito positivamente vedere il tuo nome nella sigla	0%	9%	16%	34%	41%
3: Il movimento del tuo nome nella sigla ti ha stimolato a intervenire durante le lezioni con maggiore frequenza	10%	9%	31%	22%	28%
4: Hai percepito positivamente che ogni lezione iniziasse con la Sigla come introduzione dei temi del	0	10%	6%	34%	50%

giorno e come filo conduttore del corso?					
5: Avere un tema per finalizzare le attività del corso ti ha spinto a impegnarti di più	3%	3%	12%	38%	44%
6: Ti ha interessato la serie scelta per la gamification del corso	3%	10%	6%	6%	75%
7: Rifaresti un corso gamificato con la sigla e i nomi che si spostano, ma con contenuti e/o obiettivi diversi	0%	9%	19%	34%	38%

Tabella 6 - dati raccolti nell'anno accademico 2020/2021 con affermazioni rivedute. Percentuali calcolate su 38 risposte ricevute.

Per le ultime due domande Sì/No i risultati sono i seguenti: “è capitato che il tuo nome arretrasse nella sigla” e “se sì, è stata per te un’esperienza stressante?”. Alla prima domanda il 56% degli intervistati ha risposto sì, di cui 88% ha affermato che non ha giudicato stressante il vedere il proprio nome arretrare nella sigla.

Da VRARGAM a VRxRobotics

L’ultima parte di questa ricerca ha riguardato l’estensione ad un gruppo di studenti estremamente diverso dal campione originale. Come precedentemente anticipato l’esperienza gamificata è stata erogata anche agli studenti dell’insegnamento “VR for Robotics” (primo semestre dell’anno accademico 2021/2022, in corso) della laurea magistrale in Robotics Engineering. In tal modo si è potuto investigare ulteriormente su un campione di studenti internazionale se il modello di gamificazione realizzato potesse avere lo stesso impatto in questo caso. Il corso, oltre ad essere dedicato a studenti con background di studi ingegneristici, è stato tenuto in inglese e aperto a studenti stranieri con origini culturali molto eterogenee rispetto a quella sperimentata in precedenza. Non avevamo idea di come questo tipo di gamification sarebbe stata accolta o vissuta. Gli studenti iscritti al corso erano 82 di cui circa 25 hanno sostenuto l’esame alla data ultima di febbraio 2022 e di cui circa una media di circa 20 studenti seguiva effettivamente le lezioni in sincrono su Teams partecipando quindi alla gamification. I dati raccolti sono quindi pochi, ma interessanti. La nuova versione del questionario è stata tradotta in lingua inglese e presentata nelle stesse modalità. Al momento sono stati raccolti i dati

relativi a 21 questionari, raccolti nella sessione invernale di esami, essendo ancora da effettuare la sessione estiva.

Come si può notare nella tabella 7 la percezione positiva complessiva resta alta con un 81% nella domanda 1: “*You have positively perceived the experience of the gamified course*”. Nel campione VR for Robotics, a cui stata fornita direttamente la versione rivista del questionario, si può notare come i risultati appaiono più distribuiti. Nonostante l’incremento del 18.3% delle opinioni negative rispetto agli studenti di Digital Humanities (27.7% di opinioni in disaccordo nel questionario VRxRobotics contro il 9.4% del questionario di VRARGAM), complessivamente le opinioni positive rimangono sempre in percentuale maggiore, con unico caso che fa eccezione riguardante l’affermazione 3: “*The movement of your name in opening credits has stimulated you to intervene more frequently during the classes*” dove sono apparentemente in perfetto equilibrio, sia percentualmente che numericamente. I dati però sono pochi e per capire meglio la percezione degli studenti occorrono ulteriori questionari, ma forse ci si può azzardare ad affermare che l’effetto positivo, resta sì tale, ma con un effetto minore rispetto al campione analizzato originale degli studenti di Digital Humanities.

					
1: You have positively perceived the experience of the gamified course	5%	14%	0%	57%	24%
2: You were positively impressed to see your name in series openings credits	14%	5%	29%	33%	19%
3: The movement of your name in opening credits has stimulated you to intervene more frequently during the classes	19%	14%	34%	14%	19%
4: You positively perceived that each class began with the opening credits as an introduction to the themes of the day and as a guiding thread of the course	19%	19%	9%	24%	29%

5: Having a theme to finalize the course activities inspired you to try harder	19%	9%	10%	38%	24%
6: You were interested in the TV series chosen for the gamification of the course	19%	14%	19%	14%	34%
7: Would you do again a gamified course with the opening credits and names that move, but with different contents and / or objectives?	5%	19%	14%	33%	29%

Tabella 7 - Questionario in inglese per gli studenti di "VR for Robotics". 21 studenti intervistati

I dati sembrano evidenziare che l'obiettivo di creare una gamification fortemente improntata sulla partecipazione e non tanto sulla triade della Point-Badge-Leaderboard appare raggiunto in quanto nonostante il sistema della classifica sia presente, anche se ben camuffato dalla sigla di apertura, genera engagement inducendo un miglioramento nel coinvolgimento a lezione (46% e 48% di persone che affermano che sia così nelle due versioni dei test sul campione di Digital Humanities) ma contemporaneamente non è un bisogno troppo pressante da indurre stress di competizione (88% non si sente stressato dal retrocedere in classifica), quanto piuttosto un piacere di partecipare all'esperienza gamificata (81% e 94% per primo e secondo questionario).

Balzi Rossi Experience: verso la Comunicazione Efficace Immersiva

Il progetto dei "Balzi Rossi VR" nasce dalla collaborazione tra il l'Università di Genova, con il Dibris come attore principale dell'università, e il Museo Preistorico dei Balzi Rossi, in occasione delle celebrazioni per il centenario dalla morte del principe Alberto I Grimaldi di Monaco. Per l'organizzazione della giornata di visita presso il sito archeologico di Ventimiglia le due realtà (in collaborazione con Eurodrone di Boves) hanno voluto presentare una dimostrazione di quelle che sono le soluzioni attualmente percorribili grazie alle nuove tecnologie.

L'occasione per le celebrazioni e il collegamento con il sito archeologico trovano giustificazione dal fatto che i primi scavi archeologici della zona furono condotti proprio dal principe stesso, grande appassionato di archeologia e scienze naturali. Egli, quando furono in programma gli scavi atti alla costruzione della linea

ferroviaria Genova-Ventimiglia, ottenne il permesso di condurre prima scavi archeologici che furono assegnati al canonico Leonce De Villeneuve. Questi portarono alla luce molti importanti reperti per l'archeologia europea, come incisioni rupestri e sepolture di antichi Homo Sapiens, che si differenziavano per tratti da altri Sapiens europei, i quali, furono chiamati "uomo di Grimaldi", in onore del principe.

Il progetto si è concentrato su tre punti:

1. Tutela del patrimonio archeologico del sito
2. Ricerca delle forme di arte parietali e preistoriche presenti nel sito
3. Comunicazione efficace e immersiva.

Il passo iniziale è stato svolto facendo la mappatura fotogrammetrica della costa utilizzando dei droni dotati di camere ad alta definizione ed equipaggiate col sistema LIDAR¹⁹³ per avere una fotografia dello stato di conservazione della falesia. Il secondo punto ha utilizzato la mappatura ottenuta dal volo dei droni al fine di documentare, tramite fotogrammetria e georeferenziazione, le forme di arte parietale già individuate in passato sulle pareti delle grotte e di analizzare i rilievi per individuare eventuali incisioni o pitture non ancora catalogate, creando così un corpus digitale aggiornato dell'arte parietale dei Balzi Rossi. Il terzo punto, quello che mi ha visto coinvolto, ha riguardato il riadattamento della mappatura al fine di estrapolare la fotogrammetria 3D della falesia e l'importazione del modello ottenuto nel motore grafico Unreal Engine 4¹⁹⁴ per costruire un prototipo di esperienza in realtà virtuale.

Il punto tre si divide in ulteriori tre parti:

- Rilevazione mediante droni
- Elaborazione modello digitale georeferenziato

¹⁹³ Light Detection and Ranging, sistema di telerilevamento che permette di rilevare la distanza di un oggetto tramite un impulso laser. È paragonabile al funzionamento di un Radar ma mediante luce anziché suono, e permette di costruire mappature delle superfici estremamente precise.

¹⁹⁴ Motore grafico sviluppato dalla software house Epic Games. Si tratta di uno dei più vecchi motori grafici per videogiochi, che ha iniziato la sua "vita", con lo sparatutto in prima persona "Unreal" uscito nel 1998 da cui prende il nome. Esso è uno dei game engine più utilizzati attualmente, soprattutto nei videogiochi definiti AAA. Basato sul linguaggio C++ e Visual scripting nativo è programmabile utilizzabile per qualunque piattaforma hardware di gaming.

- Costruzione Demo VR

Solo le ultime due hanno riguardato il progetto prodotto su Unreal e quindi mi limito ad elencare brevemente i droni e l'equipaggiamento montato da Eurodrone e il centro droni (CE.DRO.) del Dibris per catturare le immagini e i video: Matrice 300 RTK equipaggiato con LIDAR L1 della DJI, Matrice 210 V2 RTK equipaggiato con sensori termici collimati con camere 4K della DJI, Phantom P4 multispectral della DJI, DJI Mini: Mavic 3 della DJI. Questa "flotta" di droni ha permesso di catturare quasi 100.000 foto su differenti lunghezze d'onda e con varie modalità.

La costruzione del prototipo per la realtà virtuale ha richiesto l'impiego di tre differenti software: Reality Capture¹⁹⁵, Autodesk Maya¹⁹⁶, e il già citato Unreal Engine 4.

La prima fase rendeva necessaria la creazione del modello della falesia e per fare questo si è ricorso alla fotogrammetria per ricostruirla partendo dai dati e le foto raccolte dai droni. Reality Capture è stato giudicato il software più adatto anche per la recente acquisizione da parte di Epic Games, al fine di poter anche integrarsi meglio con Unreal Engine stesso. Reality Capture, come anche altri software di fotogrammetria, ha permesso di acquisire le immagini georeferenziate, che il software stesso ha riordinato tramite i metadati, ricostruendo la falesia attraverso la produzione di una nuvola di punti. Al fine di trovare il giusto compromesso tra quantità di dati e hardware a disposizione si sono rese necessarie diverse prove per ottenere una nuvola di punti con la giusta quantità di informazione e processabile. La prima nuvola prodotta era estremamente vasta in quanto comprendeva tutta l'area della falesia e delle zone limitrofe, con un totale di circa 300.000.000 punti totali. È stato possibile su Reality Capture ritagliare solo la zona di interesse comprendente la grotta del "Caviglione", la grotta del "Florestano" e zone direttamente collegate raggiungendo una copertura totale di 10.800 m2. Per snellire il processo sono state rimosse ulteriori parti non rilevanti per la riproduzione del modello. Selezionata l'area di interesse, sono stati effettuati gli aggiustamenti

¹⁹⁵ è un software di fotogrammetria per la creazione di modelli 3D a partire da foto non ordinate sia aeree che terrestri.

¹⁹⁶ Software di modellazione 3D di proprietà di Autodesk, generalmente utilizzato per animazione e videogiochi.

rispetto alla posizione della nuvola di punti, e infine è stata elaborata in una mesh. L'elaborazione ha richiesto nove ore di tempo macchina e ne è risultata una mesh di 250.000.000 di triangoli. Per quanto il risultato fosse di alta qualità, la quantità era estremamente eccessiva e semplicemente impossibile da importare all'interno di Unreal e nemmeno essere visualizzato come mesh. Per risolvere, utilizzando i sistemi di semplificazione e riduzione dei poligoni di Reality Capture, dopo vari tentativi, i poligoni sono stati ridotti a 250.000, numero massimo di poligoni per una singola mesh importabile su Unreal Engine 4, o quanto meno questo è quanto è emerso dalle nostre prove con l'hardware a disposizione. Questo ha comportato una notevole riduzione della qualità del modello, causando la comparsa di svariati distorsioni e artefatti riducendo inevitabilmente anche la definizione. Sopperire alla diminuzione dei poligoni è stato comunque possibile tramite il texturing¹⁹⁷, in modo da migliorare la qualità visiva del modello. Tale texture è stata prodotta da Reality Capture, ricavata dalle foto immesse nel sistema. Il prodotto finale aveva una qualità abbastanza buona ed era soprattutto utilizzabile.

Prima di integrare il modello costruito attraverso Reality Capture era necessario preparare un livello su un progetto Unreal. Unreal offre numerosi template per velocizzare la produzione e prototipazione, e in particolare è presente un pre-set¹⁹⁸ già adatto alla realtà virtuale, sperimentato negli anni dal nostro laboratorio di ricerca e costantemente migliorato da Epic Games. La versione di Unreal utilizzata è la 4.27 dove era peraltro già implementato lo standard OpenXR¹⁹⁹. Partendo da questo progetto standard, è stato creato un nuovo livello che avrebbe fatto a sua volta da template per gli altri livelli del progetto. Per prima cosa è stato costruito un sistema atmosferico che simulasse un cielo sereno attraverso l'utilizzo di una SkySphere²⁰⁰ e una SkyLight²⁰¹. Attraverso la funzione Landscape di Unreal è

¹⁹⁷ In computer grafica, per texture si intende l'applicazione di una superficie a un modello poligonale (mesh) in modo attribuire caratteristiche come aspetto, colore, trasparenza, lucidità, ruvidità, etc.

¹⁹⁸ Reso disponibile dalla versione 4.13 uscita nel 2016 poco dopo la release ufficiale dei visori Oculus Rift e HTC Vive.

¹⁹⁹ OpenXR è uno standard per lo sviluppo del software AR/VR, consentendo alle applicazioni di raggiungere una gamma più ampia di piattaforme hardware senza dover eseguire il porting o riscrivere il loro codice e, di conseguenza, consentendo ai fornitori di piattaforme che supportano OpenXR l'accesso a più applicazioni. Epic Games è tra i collaboratori fin dalla nascita dello standard.

²⁰⁰ Blueprint actor che simula l'atmosfera terrestre con cielo, nuvole e sole

²⁰¹ Actor di posizionamento luce di tipo Directional Light, usato solitamente per simulare la luce del sole.

stato modellato un paesaggio di base che sarebbe poi divenuto la spiaggia dei Balzi Rossi. Per creare il fondale marino è stata creata un'area 600x400 metri dove sono stati posizionati ventiquattro piani quadrati di 100 metri di lato. Al fine di migliorare esteticamente la scena è stato utilizzato per il fondale marino il materiale della libreria Megascan "Thai wet beach sand teikafuk". La sabbia della spiaggia è risultata problematica, poiché per quanto ci fossero materiali ad alta definizione a disposizione, se visti dalla distanza, per esempio in visuale Top invece che Perspective si notava facilmente la ripetizione della texture in pattern uguali. Siccome era previsto che la spiaggia potesse essere vista da una distanza tale da rendere potenzialmente percepibile il difetto si è reso necessario creare un materiale composto da due texture di sabbia, modificate in modo che creassero un pattern casuale e che la definizione cambiasse a seconda della distanza della camera o del punto di vista. È stato impostato il colore in modo che non fosse uniforme facendo sì che vi fossero punti in cui la texture apparisse più o meno scura risultando più dinamica e realistica. Per costruire il mare è stato scaricato l'assets gratuito "water material" dallo store di Epic games. Per impostare l'assets all'interno del livello è stata fatta una cernita tra i materiali messi a disposizione e si è scelto il materiale "M_Ocean_Cheaper" in quanto meno complesso e meno impattante sulle performance generali dell'esperienza. La tecnica utilizzata per costruire un mare coerente (a dispetto del nome del materiale) è quella dell'uso di un materiale che prevede il vertex paint, in questo caso per differenziare il moto ondosso a contatto con la spiaggia e aumentarlo o differenziarlo man mano che ci si allontana dalla riva.

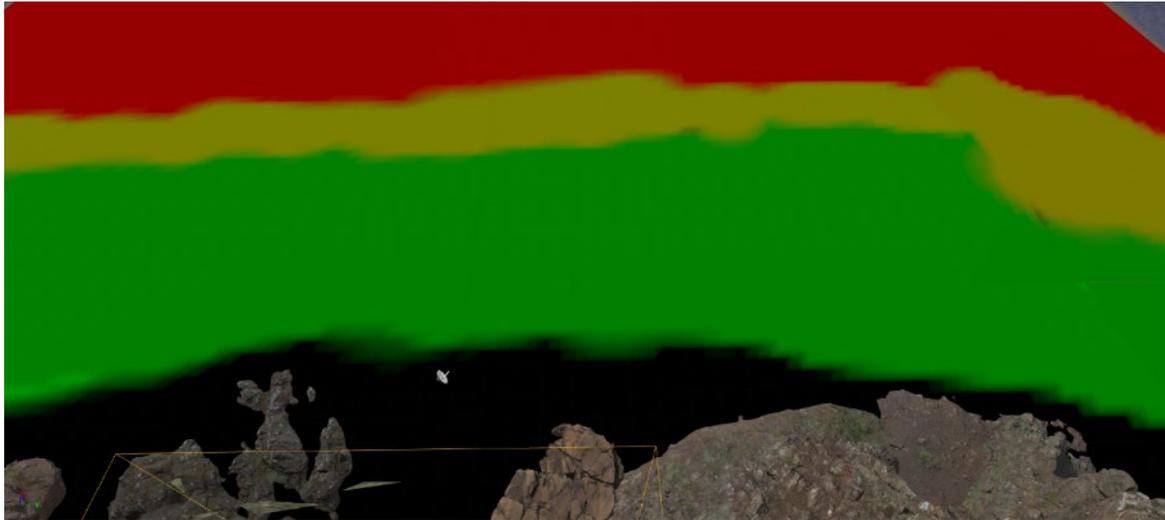


Figura 28 - Schermata vertex paint estratta dal progetto Unreal - Balzi Rossi Experience

Il vertex paint è una tecnica che prevede di poter assegnare un valore potenzialmente diverso (solitamente di colore RGB) ad ogni singolo vertice della mesh. Come suggerisce il nome, la modalità di assegnazione di questi valore avviene tramite “painting” ossia con uno strumento di selezione chiamato paint. Similmente a quanto avviene su Photoshop, si potrà dipingere le sezioni di mesh desiderate del colore selezionato per ottenere le variazioni necessarie. Nel caso specifico del “M_Ocean_Cheaper” il materiale è costruito per interpretare l’intensità del canale verde come l’ampiezza delle onde sulla riva, mentre il canale rosso è usato per definire l’ampiezza delle onde a largo dell’oceano. Il giallo che si vede nella Figura 28 viene a crearsi dalla presenza contemporanea di valori nel canale verde e rosso e viene interpretato come transizione tra le due tipologie di onde. Dallo stesso pacchetto sono stati estrapolati modelli e materiali di spiaggia umida che forma un leggero declivio, così da creare una linea costiera in cui il mare si frange, e che simula l’umidità della battigia.

Il passaggio successivo è stato importare la mesh della falesia, che nonostante l’ottimizzazione, su configurazione hardware meno performanti causava spesso crash del progetto rendendo la lavorazione estremamente difficoltosa al team. Per risolvere mi sono occupato di dividere la mesh in 25 pezzi con Autodesk Maya, permettendo una più agile gestione della stessa, ma facendo in modo che ogni pezzo mantenesse le coordinate UV dell’originale, in modo da poter utilizzare lo stesso materiale unico iniziale. La fotogrammetria lascia spesso artefatti o

imprecisioni nella mesh che generalmente o si eliminano o vengono ammorbiditi con lo smooth²⁰², di conseguenza è stato necessario effettuare anche qui questo procedimento anche al fine di eliminare artefatti intralcianti alla navigazione della falesia stessa. Sempre utilizzando Autodesk Maya sono state modificate le varie mesh che avevano artefatti intralcianti o errori di ricostruzione, come ad esempio parti di mesh rimaste scollegate dal modello che apparivano “sospese” a mezz’aria. Il processo ha previsto l’importazione delle mesh sul software, l’eliminazione delle parti superflue o intralcianti e infine reimportazione come nuovo modello, in modo da poter avere sempre un confronto rispetto all’originale che è stato mantenuto come backup. Nello specifico sono state modificate sette delle 25 parti, poi ricaricate su Unreal e sostituite ai pezzi precedenti, in modo da mantenere la consistenza della struttura.

Questa operazione di ripulitura ha creato alcuni buchi nella mesh, quindi, in accordo con la direzione del museo, sono stati posizionati dei segnaposto, utilizzando delle “instanced mesh”²⁰³ già pronte nel editor di Unreal e adattate per le varie casistiche, in modo tale che coprissero tutti i buchi creati in questa fase. Inoltre, sono stati posizionati due grandi segnaposto al fine di segnalare la continuazione della falesia e avvisare che tali parti sono state escluse dalla ricostruzione ai fini della produzione di un primo prototipo.

Successivamente è stata aggiunta una piattaforma a circa 200 metri dalla riva che fungesse da zona di entrata dell’esperienza e punto d’osservazione per osservare il modello della falesia nella sua completezza. Come ultimo passaggio è stato aggiunto il suono del mare udibile sia dalla piattaforma di osservazione che dalla spiaggia. Per settare l’audio di tipo spaziale ottimizzato per la VR si è reso necessario attivare all’interno dell’engine il plugin “Oculus Audio”²⁰⁴ preposto alla spazializzazione dell’audio. Successivamente è stato creato un actor “Sound Cue” e al suo interno è stata impostata la traccia del mare scaricata da una libreria gratuita intitolata “43760__digifishmusic__gentle-sea-on-flat-beach” impostato in

²⁰² Strumento tipico dei programmi di modellazione per creare delle superfici più regolari in un gruppo di facce e vertici selezionati.

²⁰³ Forme geometriche 3D di base rese disponibili all’interno dell’editor di Unreal di cui viene generata un’istanza ogni volta che una di queste forme viene inserita all’interno del livello.

²⁰⁴ <https://developer.oculus.com/documentation/unreal/unreal-audio/>

loop e spazializzata con una diffusione di tipo sferico rispetto alla sorgente al punto sorgente. Questo permette di far variare il suo a seconda di come si è rivolti rispetto alla sorgente principale. Ad esempio, se si è rivolti con l'orecchio sinistro verso la sorgente la maggior parte del suono è concentrato in quell'orecchio mentre sull'orecchio destro il suo risulta più ovattato e lontano, simulando appunto la disposizione nello spazio dell'ascoltatore.

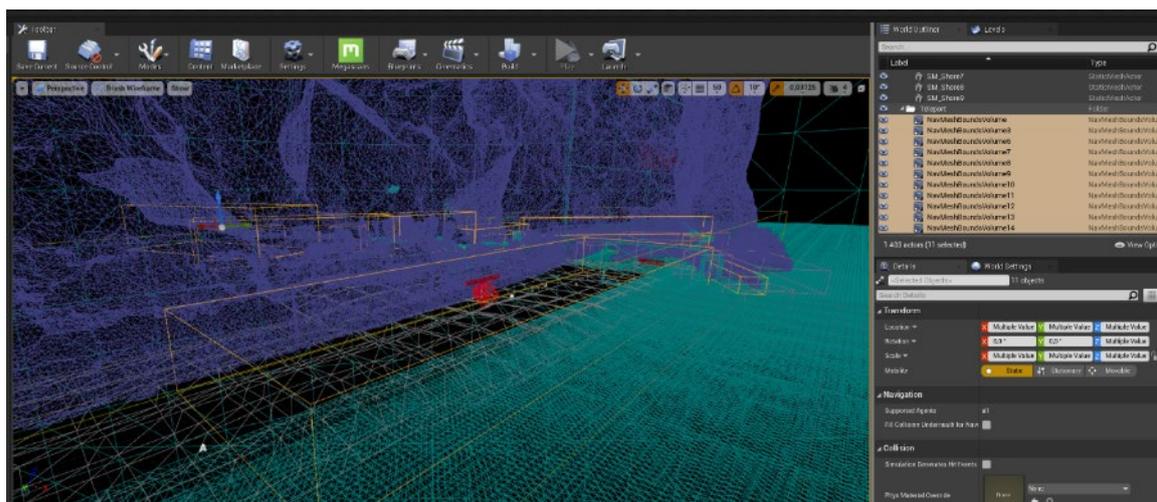


Figura 29 - NavMeshBoundVolume nel livello, evidenziati in giallo

Per interagire con il livello costruito è stato necessario programmare e impostare vari elementi. Il primo è stato quello di rendere la mappa navigabile: Unreal, oltre a considerare la fisica degli oggetti inseriti in viewport, necessita di ulteriori informazioni in modo da rendere “navigabile” il livello e i vari luoghi creati. Per fare questo esiste un volume denominato “Nav Mesh Bound Volume”, che ha il preciso scopo di rendere esplorabili le zone della mappa in cui è posizionato come mostrato in Figura 29. Inoltre, al fine di evitare che gli utenti si potessero teletrasportare in luoghi indesiderati o attraverso alcune pareti di roccia è stato necessario posizionare dei volumi che facessero esattamente l'opposto, quindi sono stati posizionati degli actor “Nav Modifier Volume” impostati con un valore “Null” per bloccarne la navigazione. Essendo la mesh della falesia estremamente complessa non è stato possibile impostare le collisioni in maniera precisa. Solitamente è buona norma nei game engine, sempre per alleggerire il numero di processi da eseguire e mantenere le performance buone, semplificare i volumi di

collisione²⁰⁵ inserendo semplicemente dei volumi sferici o cubici o ancora cilindrici, scalati ed adattati ad hoc per simulare la collisione risparmiando di dover ricalcare ogni singola faccia della mesh, nel caso delle fotogrammetrie è un procedimento cruciale vista la quantità di facce spesso molto alta che hanno questi tipi di modelli.

Le scale che avrebbero permesso di arrivare al ponte che collega il sentiero con le caverne, erano risultate completamente distorte dalla ricostruzione, dunque è stato preferibile sostituire con degli assets di base presenti nel progetto a cui è stata applicata una texture che simulasse il pietrisco, rendendole il più possibile in armonia con l'ambiente. Anche la ricostruzione del ponte stesso è risultata completamente distorta, dunque per creare una via verso le grotte senza aggiungere ulteriori modelli esterni si è optato per passare sul tetto del ponticello, facendo quindi arrivare le scale aggiunte direttamente a quell'altezza. Questo passaggio ha richiesto vari giorni di test da parte dell'intero team in modo da evitare il più possibile bug o difetti di posizionamento dei volumi per la navigazione. Per

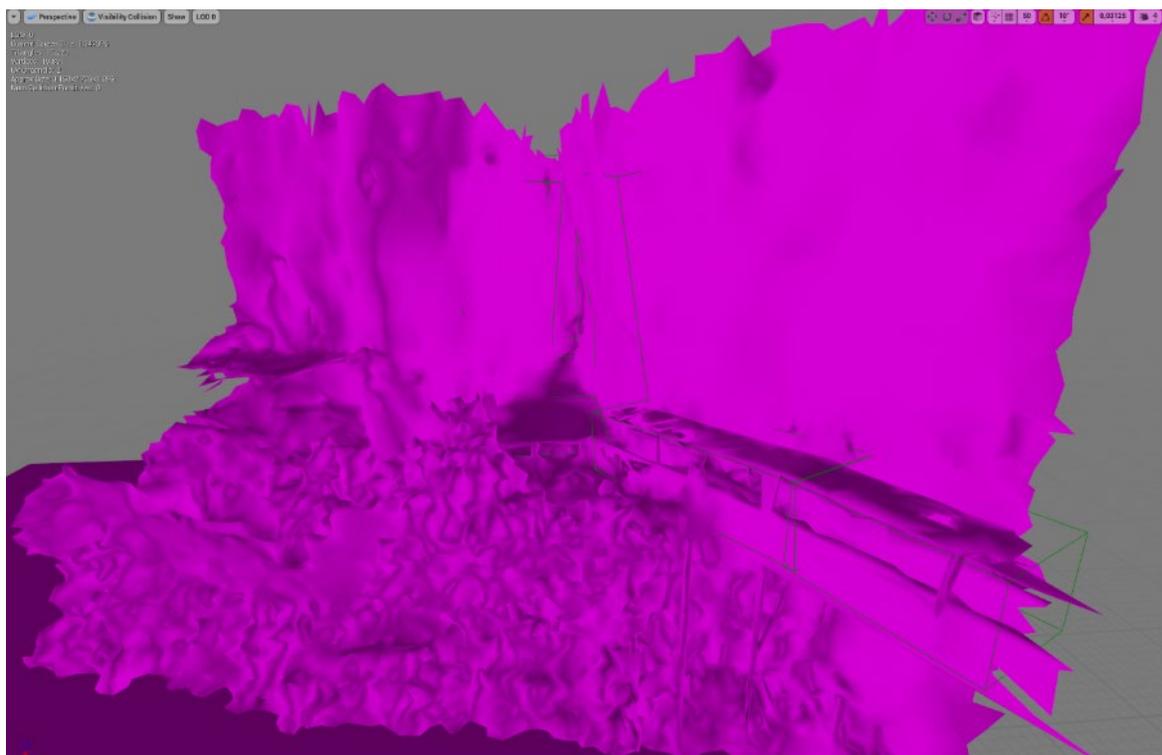


Figura 30 - anteprima delle collisioni della prima zona navigabile

²⁰⁵ Le “collision” sono quei volumi che sono separati dal modello 3d importato che possono ricalcare perfettamente il modello oppure, come spesso accade, essere delle rappresentazioni invisibili e semplificate per alleggerire il carico computazionale mantenendo il framerate alto o comunque non sotto la soglia minima dei 24 fps per i videogiochi classici o di 60 per i videogiochi VR.

concludere il livello base del prototipo è stata infine impostato il passaggio dalla piattaforma d'osservazione alla zona d'esplorazione. Per permettere lo spostamento è stato programmato e costruito un sistema di riposizionamento, per mezzo del quale fosse possibile entrare all'interno di una zona ed essere portati nel luogo scelto: per indicare i punti di partenza sono stati creati dei blueprint actor e la suo interno sono utilizzati due mesh "Door_frame" porta prese dallo starter content di Unreal, con del fumo e una luce verde per quella sulla spiaggia e gialla quella sulla piattaforma. È stato impostato un volume di interazione attorno ad esse, e ho impostato nel blueprint di livello un teletrasporto nel momento in cui il player fosse entrato in collisione con il volume di interazione. Per avere un punto che facesse da arrivo è stato utilizzato un actor da cui sono state tratte le coordinate di posizione. Infine, è stato creato anche un punto di uscita, il quale chiude la simulazione non appena l'utente entra nella zona predisposta, come ulteriore opzione in aggiunta a quella prevista dal template VR di Unreal che ha preimpostato un menu richiamabile premendo il pulsante oculus sul controller, dal quale si possono selezionare due azioni: "Restart" per tornare al livello iniziale e "Real life" per chiudere la simulazione.

Nel prototipo sono state inserite due varianti del livello base con cui è stata creata l'esperienza principale di visita della falesia: la prima permette un "viaggio nel tempo" mostrando il paesaggio modificato per simulare un altro periodo storico (per altro uno degli obiettivi preposti per il progetto in versione definitiva); mentre la seconda consiste in una versione esteticamente più ricca di contenuti ma meno fedele dal punto di vista della morfologia del territorio, utile a mostrare come potrebbe presentarsi il progetto in una fase più avanzata.

La variante del viaggio nel tempo, o meglio "capsula temporale", ha riguardato una possibile ricostruzione preliminare della falesia all'epoca della Glaciazione di Würm: questa è una delle possibili versioni della falesia che saranno disponibili nel progetto avanzato, il quale mostrerà l'area in diversi periodi storici. Questa possibilità è per altro uno dei punti cardine della comunicazione immersiva del sito: mostrare visivamente i cambiamenti morfologici e paesaggistici in un contesto inedito. La scelta del periodo è ricaduta sul periodo della Glaciazione di Würm: questo è stato l'ultimo periodo glaciale della regione alpina e in generale della zona

europea, anche se con questo nome viene sovente definito l'ultimo periodo glaciale avvenuto dai 115.000 ai 11.700 anni fa; il forte abbassamento delle temperature globali spinse le migrazioni verso zone più temperate come quelle della costa ligure, nella quale le temperature erano estremamente più fredde rispetto a quelle attuali, ma vivibili. La diversità ambientale era quindi molto significativa rispetto al presente, con la linea del mare più distante di due chilometri da quella corrente, dando come risultato una pianura a fronte della falesia.

Per realizzare questa variante si è partiti da una copia del livello di base, che è stato modificato per rispecchiare i cambiamenti morfologici in base al periodo storico:

- Il mare: la linea del mare è stata spostata indietro di circa 200 metri. La versione storicamente corretta avrebbe richiesto di spostare il mare di 2 km ma nell'ottica dimostrativa creava problemi non risolvibili nell'immediato. Volendo mantenere la zona d'osservazione nello stesso punto per far comprendere meglio i cambiamenti, uno spostamento così ampio avrebbe reso quasi impossibile da vedere il mare da quella posizione; inoltre avrebbe comportato un aumento eccessivo delle dimensioni della mappa del livello, cosa che avrebbe

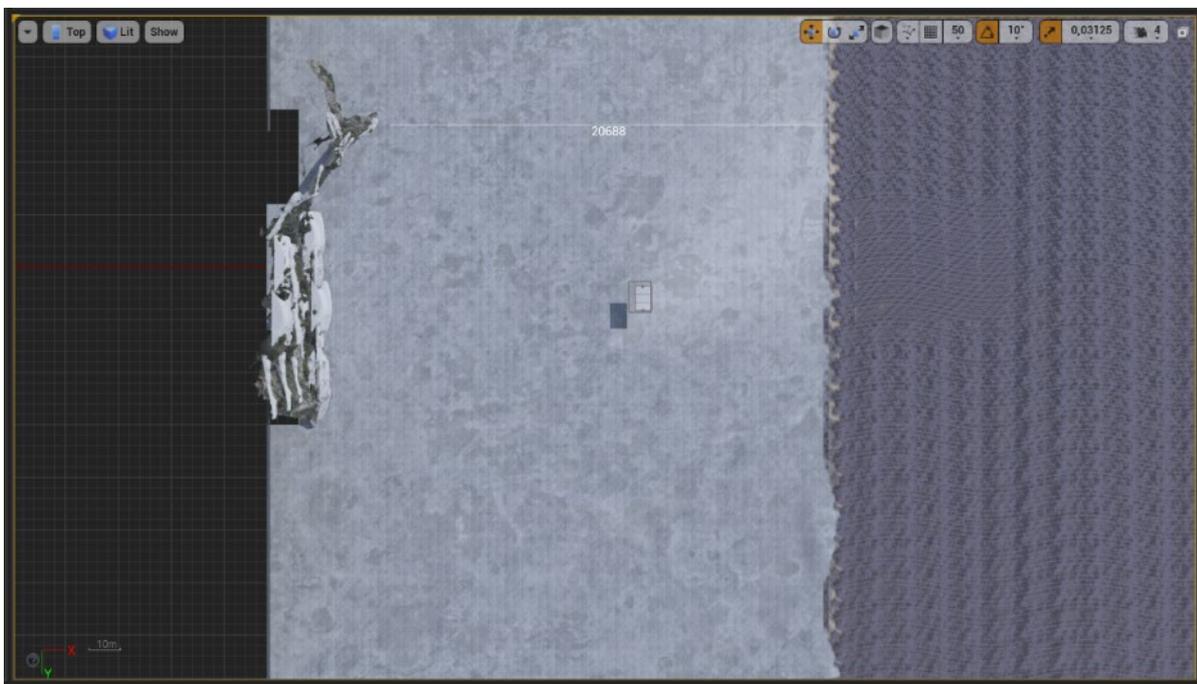


Figura 31 - Falesia in glaciazione, visione dall'alto

implicato molto lavoro e utilizzo di risorse. Trattandosi di un prototipo si è ritenuto non necessario dal momento che creava più problemi che benefici. Lo spostamento di soli duecento metri restituiva comunque il colpo d'occhio del mare ritirato, mostrando subito una grande differenza.

- La neve: essendo le temperature molto più basse, il paesaggio è stato modificato per comunque immediatamente riconoscibile. È

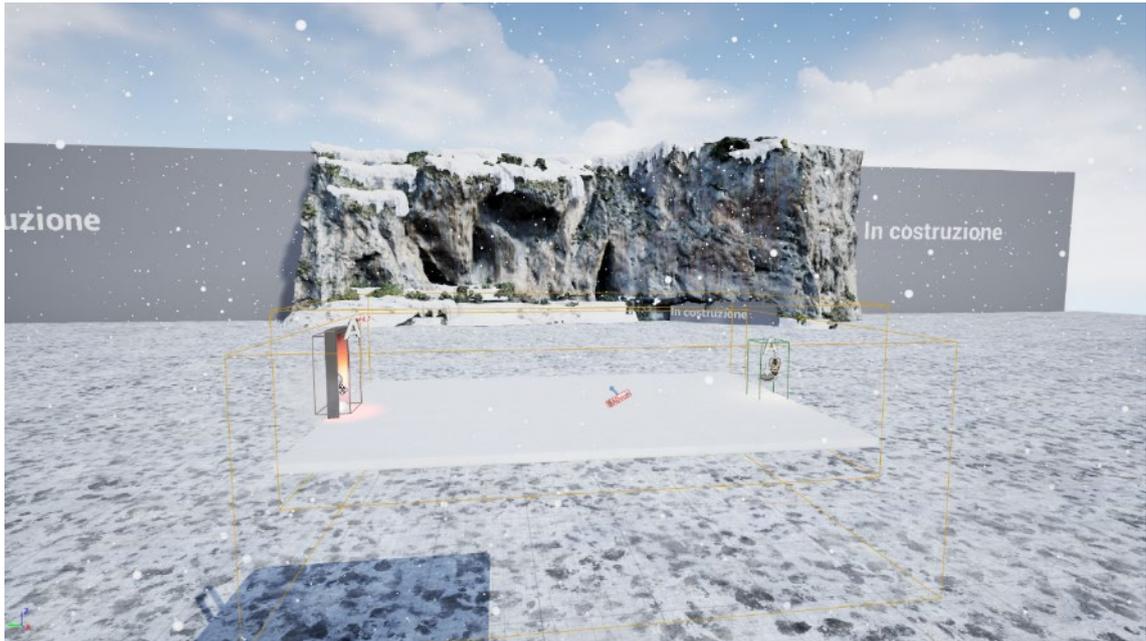


Figura 32 - Falesia in glaciazione, visione perspective

stata utilizzata la modalità landscape dell'editor per allungare la spiaggia, e che ora sarebbe diventata una pianura. Sfruttando lo stesso sistema per migliorare il materiale usato per la sabbia, è stato strutturato un materiale di terreno nevoso da applicare alla pianura. Sono stati presi alcuni asset di cumuli di neve da applicare alla falesia in modo da coprire le piante e, più in generale, le parti inverdite del modello originale e contestualizzare la scena. È stato impostato un effetto particellare per simulare una leggera nevicata sopra il punto d'osservazione, e infine, per dare una sensazione di atmosfera fredda è stato aggiunto un volume di PostProcessing nella zona di partenza variando la gamma di colori della luce verso l'azzurro e modificando il bilanciamento del bianco abbassando il parametro dei Kelvin.

- Costruzioni antropiche: tutta la parte recante le costruzioni ora presenti e fatte dall'uomo sono state rimosse con Autodesk Maya, e i buchi coperti con dei segnaposto.

Dovendo essere solo uno scorcio di quello che potrebbe essere da sviluppare in seguito la zona non è stata resa esplorabile.

La seconda variante è stata costruita come una copia molto simile all'originale, ma con alcune accortezze che la rendessero esteticamente più raffinata. I cubi segna posto sono stati sostituiti da modelli di rocce prese da Megascan²⁰⁶, in modo che concordassero meglio con il paesaggio, sono state inoltre posizionate altre formazioni rocciose per migliorare il colpo d'occhio e rendere meno spoglia la scena. La pedana grigia che faceva da passerella fra la spiaggia e il sentiero è stata sostituita da una serie di scogli su cui l'utente dovrebbe "saltare", per creare un processo di esplorazione più ludico. Le zone in cui la vegetazione aveva una resa insufficiente e inestetica sono state cancellate per agevolare il passaggio e i buchi sono stati riempiti con modelli di Megascan. Gli spostamenti da una variante a un'altra sono effettuati utilizzando dei portali nella sostanza identici a quelli del teletrasporto, diversificati da luci diverse e l'abbinamento di un testo con il nome della zona di destinazione del portale. Tutti gli spostamenti, sia fra livelli sia per la piattaforma, sono stati corredati da una dissolvenza a nero per evitare uno stacco netto e potenzialmente disorientante.

L'ultima parte riguarda la progettazione della fase più dimostrativa di una piccola parte del patrimonio della falesia. Uno degli obiettivi di questo progetto è quello di mettere in risalto e mostrare in maniera inedita l'arte parietale del sito archeologico. Con la rimozione dei sedimenti nelle caverne, in parte causata dal tempo in parte dalla ripulitura, alcune incisioni risultano irraggiungibili senza l'ausilio di scale data l'elevazione, rendendo molto difficile osservarle da vicino. La realtà virtuale permette di superare facilmente questo tipo di ostacoli. Utilizzando le immagini ad altissima definizione scattate dai droni, sono stati creati dei "Decal", immagini che si appoggiano direttamente sulla mesh seguendone la forma. Queste

²⁰⁶ Libreria di assets fotogrammetrici di qualità grafica fino a 8k, gratuita per gli utenti Epic Games e utilizzatori di Unreal

immagini sono state posizionate il più possibile in modo simile a come si trovano nel sito reale. Per mantenere armonica la mesh della falesia queste immagini da distanti sono state rese invisibili, tornando visibili solo in prossimità di esse, collidendo con un volume d'interazione.

Le incisioni sono segnalate da un punto di interesse, costituito da un punto interrogativo rotante che ne indica la posizione finché invisibili. Al fine di ispezionare le incisioni da vicino, è stata posizionata una scala con una piattaforma, anche questa a scomparsa, che compensasse la distanza tra il fruitore e le incisioni. Creare questo effetto di comparsa e scomparsa ha dato creato inizialmente alcuni di interazione, ma sono stati risolti utilizzando due metodi differenti per la scala e le immagini Decal. La scala all'inizio era da un actor singolo con all'interno i componenti necessari ma creava problemi di navigazione, e per risolverli è stato necessario posizionare tutti i pezzi come singole parti, e agire su di essi non come un'unica entità ma come una serie di entità separate, modificate poi attraverso il Blueprint del livello stesso. Le immagini non erano le sole incisioni, ma vi erano anche delle versioni in cui erano presenti delle evidenziazioni per mettere in risalto le incisioni conosciute e le nuove incisioni scoperte proprio durante la realizzazione del progetto. Sono stati programmati i blueprint dei decal in modo che con la pressione dei grilletti nei controller fosse possibile cambiare immagine, per cambiare tra la versione originale e quella con le evidenziazioni.

L'intera esperienza è stata ottimizzata e testata su Oculus Quest e Oculus Quest 2 connessi direttamente ad un pc desktop tramite tecnologia "Oculus Link", che permette di trasformare il visore stand alone di Oculus in un visore di tipo Desktop, alla stregua del primo Oculus Rift. Il lavoro in totale è durato più di un mese e mezzo ed è incorso in innumerevoli revisioni e ricostruzioni complete; il 10 febbraio 2022 è stato presentato come parte della commemorazione per il centenario dalla morte del principe Alberto I²⁰⁷.

Le soluzioni adottate sono frutto dell'esperienza maturata negli anni e dalle prove fatte in presenza di tester e utenti volontari o utilizzatori casuali. In particolare, l'user experience è l'elemento che richiede maggior cura da parte dello

²⁰⁷ <https://life.unige.it/droni-balzi-rossi>

sviluppatore quando si parla di virtual reality. L'esempio di maggiore spicco è la modalità di movimento all'interno del mondo virtuale che si divide solitamente tra soluzioni di comfort elevato e comfort ridotto. Le soluzioni di comfort elevato



Figura 35 - Vista Falesia dalla piattaforma iniziale



Figura 34 – Rilevamenti in evidenza programmati tramite Decal

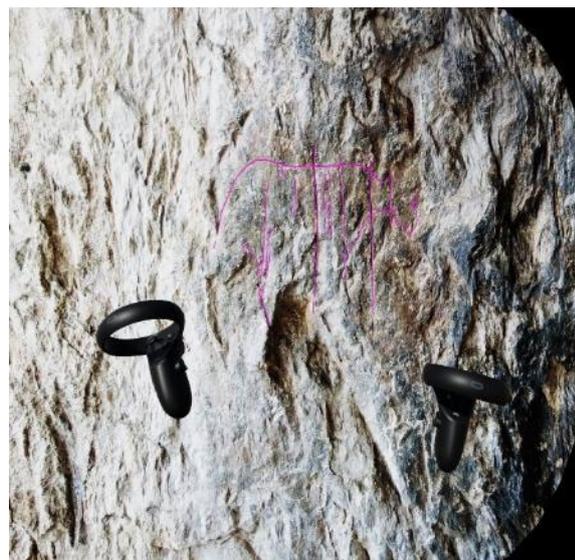


Figura 33 – Rilevamenti in evidenza programmati tramite Decal - cavallo

prevedono un sistema di movimento nello spazio gestito da un teletrasporto che può essere a punti di interesse preimpostati o libero. Il teletrasporto si avvia tenendo premuto un pulsante sul controller dal quale viene generato un arco il cui punto finale si poserà ad una distanza predefinita e orientabile nei luoghi “calpestabili”, nel caso della modalità libera, o nei punti di interesse previsti. Al rilascio del pulsante l'utente verrà teletrasportato in quella zona. Il secondo metodo

a comfort ridotto prevede lo spostamento attivato dalle levette del controller. Per quanto ci siano degli accorgimenti effettuabili, questo tipo di locomozione è definita a comfort ridotto poiché l'assenza di movimento del corpo dell'utente in sincronia col movimento virtuale genera facilmente la *VR Sickness*, in particolare in persone che non hanno mai provato la VR. Prediligere il movimento con teletrasporto è quindi una base fondamentale per le demo pubbliche di qualunque genere, così come prevedere un secondo monitor, dai quaranta pollici in su, dove possa venire proiettata la fruizione della demo, in modo che le persone che non stanno utilizzando il visore in quel momento possano essere coinvolte. L'effetto che si ottiene nel pubblico è di curiosità che facilmente scaturisce in volontà di mettersi alla prova per capire cosa c'è di tanto "divertente" nella realtà virtuale.

Questo lavoro è il risultato, oltre della mia tesi di dottorato, di una tesi triennale in quanto coordinatore della parte VR. Le diverse esperienze ed esperimenti fatti negli anni al fine di valutare nel tempo i progressi delle tecnologie stesse e l'usabilità in contesti diversi, che ho seguito in qualità di assegnista di ricerca e responsabile del laboratorio 3D Lab Factory, sono gli argomenti di numerose tesi di laurea triennali e magistrali di studenti rispettivamente di Scienze della Comunicazione e Digital Humanities. I progetti sono stati vari e diversificati:

- La sperimentazione del software di Metaio per la realtà aumentata nel 2015 come supporto ad una mostra di astronomia tenuta dal Gruppo Astrofili Savonesi presso il Campus Universitario di Savona.
- Lo sviluppo di una applicazione in realtà virtuale per smartphone chiamata "Il Cercatore di Stelle" con lo scopo di insegnare le costellazioni ai bambini, accompagnati dal piccolo principe di Antoine de Saint-Exupéry²⁰⁸.
- Una simulazione in Realtà Virtuale di pratiche di sicurezza in un ambiente d'ufficio in caso di fuga per attacco terroristico.
- Una simulazione per la mostra di una Galleria del cibo tipico ligure in Realtà Virtuale con modelli fotogrammetrici delle pietanze.
- Una mostra virtuale in stile museale di alcune sculture e creazioni savonesi.

²⁰⁸ <https://liguria.bizjournal.it/2017/01/al-3d-lab-factory-di-savona-nasce-lapp-che-insegna-le-costellazioni-ai-bambini/>

- La creazione di un'applicazione flat su Unreal come base per il miglioramento dell'apprendimento delle lingue nel "little park of language learning".
- Un'esperienza in realtà aumentata per l'apprendimento di procedure di riparazione di un quadro elettrico costruita con la collaborazione di Eon Reality²⁰⁹.

²⁰⁹ Compagnia attiva nel campo dell'Extended Reality in ambito educational e di training. Creatrice dell'ambiente EonXR per la produzione di lezioni in XR basate su modelli 3d e ambienti 360.

Dinamiche di conclusione

Risulta quindi abbastanza importante ed evidente come il concetto di Augmented Humanity sia diventato effettivamente tale e negli anni sia stato affrontato, richiamato e definito sempre con maggior frequenza da parte sia del mondo della ricerca sia del mondo commerciale. Il concetto non si limita solo al potenziamento umano mutualmente fisico, ma ha risvolti legati alla socialità, alla mente, all'empatia. In quanto "Digital Humanist" ho potuto osservare quanto questo concetto associato al mondo digitale abbia influenzato la vita quotidiana, modificato il mondo di percepire l'ambiente circostante e quanto abbia cambiato il mondo della formazione e del lavoro richiedendo quindi conoscenze sempre più spinte nel campo della tecnologia. Inoltre ritengo osservabile quanto la figura stessa dell'umanista digitale sia scomponibile e sovrapponibile allo spettro della mixed di reality di Milgram e Kishino. Nella versione rivista in Figura 36 troviamo che la "Virtuality" corrisponde alla fruizione in realtà virtuale mentre più sopra l'Extended Reality diventa omnicomprensiva della AR, VR, MR e VA.

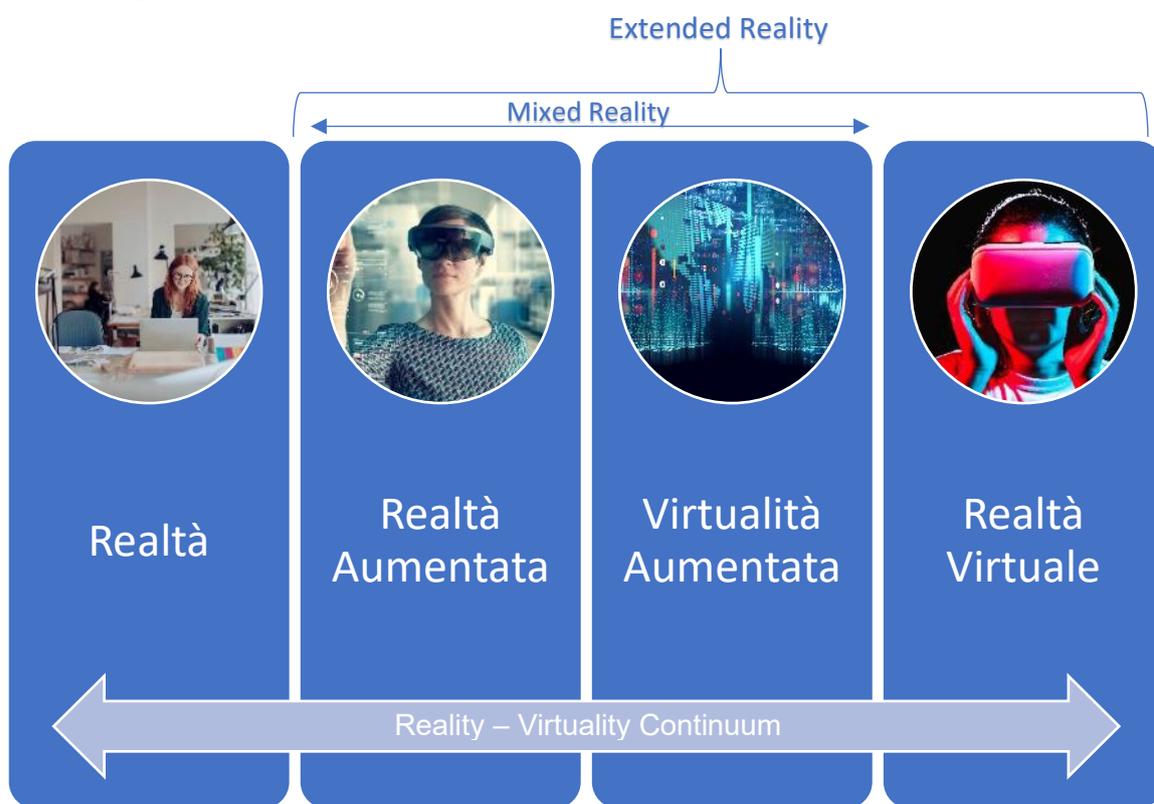


Figura 36 - Rappresentazione del Reality-Virtuality Continuum di Milgram e Kishino (1994) con l'aggiunta dell'XR

Partendo da questa rappresentazione è possibile notare quanto ci sia di simile in Figura 37.



Figura 37 - Spettro dell'Umanista Digitale

Appare evidente come in questo azzardo abbiamo a sinistra le persone che siano fedeli a strumenti lungamente assimilati, il pennello su tela che simboleggia penna e foglio di carta, mantenendo il digitale solo allo stretto necessario, poi abbiamo l'umanista aumentato che è colui che usa il computer, la base in realtà fondamentale: tutti ormai usiamo il computer e anche una semplice archiviazione su un database o su un sito online di foto, è fare umanismo digitale, poiché si conserva qualcosa con l'aiuto della tecnologia. Viene fatto un passo leggermente più in là rispetto alla zona di comfort da parte di chi usa la tecnologia che fa parte della vita di tutti i giorni in maniera... logica, se vogliamo, come naturale processo di adeguamento al presente. Nel passaggio successivo abbiamo le persone più avvezze al digitale, gli umanisti digitali, che si spingono un poco più in là probabilmente perché sono già più portate verso la tecnologia digitale, per formazione o tendenza, e quindi tentano di sperimentare nuovi approcci, a volte più portati a vedere il risultato tecnico piuttosto che dell'obiettivo primario per cui la sperimentazione è stata creata. Per finire il Professionista Digitale, è assimilabile al programmatore che esegue il codice su base di richieste specifiche senza

particolari osservazioni sullo scopo cercando le soluzioni tecnicamente più facili da gestire e non necessariamente human centered, potremmo dire. Ovviamente l'umanista digitale perfetto, si poggia esattamente nel mezzo, un po' come la XR è il punto perfetto di equilibrio tra realtà aumentata e virtuale con la possibilità di adattarsi all'intero spettro a seconda delle esigenze, un elemento digitale contestualizzato nel mondo con cui si può interagire e ottenere valore senza escludersi totalmente dal reale. Per quanto possano apparire forzate le definizioni, un'intuizione simile era stata ipotizzata altrove facendo dei distinguo tra informatica umanistica, definendola un approccio da "informatica umanistica", e digital humanities, come "umanista digitale", seguendo in maniera diversa ma simile lo schema appena riportato.²¹⁰

La terminologia e la sua differenziazione potrebbe avere un senso forse solo per la lingua italiana, appare però evidente a mio avviso che ci sia un effettiva distinzione e una necessità di comprendere approcci e strumenti. L'umanista aumentato, per aggiungere frecce al proprio arco, deve affacciarsi a nuovi contesti, per esempio di XR, ma ha bisogno di strumenti adatti per ottenere un risultato in tempi ragionevoli. Strumenti che, gioco forza, saranno diversi da quelli di chi invece ha competenze più profonde e complesse e sarà in grado di creare esperienze altamente personalizzate. Essendo esseri umani è improbabile che, a meno di una formazione continua di anni, si sia in grado di spostarsi sul "Humanity-Digitality" continuum con dimestichezza, a seconda delle esigenze sapendo sempre cosa fare e come farlo. È proprio la tecnologia che viene in aiuto di queste figure e che aiuta l'umanista a spingersi quanto più possibile sullo spettro per produrre ciò che serve, riducendo i tempi di formazioni subottimali in favore della rapida adozione del mezzo. Essendo complesso da comprendere solo a parole, probabilmente il modo migliore per spiegare il concetto è quello di proiettarsi verso il futuro parlando del Metaverso.

²¹⁰ Luigi Catalani, «Informatica Umanistica e Digital Humanities», *Medium* (blog), 19 febbraio 2018, <https://medium.com/@luigicatalani/informatica-umanistica-e-digital-humanities-ff57c44d68be>.

Come prepararsi ai nuovi bisogni creati dall'annuncio dell'etereo e autodefinito "Metaverso"²¹¹ di Facebook? Il Metaverso ha preso corpo inizialmente come concetto di Science Fiction nel 1992 da Neal Stephenson in "Snow Crash" e successivamente la Acceleration Studies Foundation annunciò nel 2006 una roadmap identificandolo come risultato dell'incontro del web 2.0 con il mondo dei videogame, come osservato da Kye et al.²¹² Potremmo presumere che esso tratti della nostra vita digitale aggiungendo, ironicamente, alcune regole della fisica della vita reale e le possibilità di ubiquità.²¹³ Il concetto è ancora "nella sua infanzia" nonostante la sua radice lontana, allo stesso modo in cui Qualcomm ha teorizzato sulla tecnologia della realtà estesa nel 2017²¹⁴. Kye et al. analizzano le possibilità del Metaverso nel mondo dell'education estrapolando un'interessante definizione:

"metaverse means a world in which virtual and reality interact and co-evolve, and social, economic, and cultural activities are carried out in it to create value."

Quali sono gli strumenti disponibili per chi vuole creare per il Metaverso? Proviamo a definire due diversi livelli di competenza dell'utente ed evidenziamo alcune possibili problematiche sulla prossemica e sulle interazioni con gli oggetti condivisi. Definiamo quindi dei "creatori di livello principiante" (Umanisti e Umanisti aumentati) e "creatori di livello avanzato" (Umanisti Digitali e Professionisti Digitali). I creatori di livello principiante sono, ad esempio, insegnanti che stanno cercando di adottare nuovi metodi di insegnamento, ma non hanno le competenze

²¹¹ Dan Milmo e Dan Milmo Global technology editor, «Enter the Metaverse: The Digital Future Mark Zuckerberg Is Steering Us Toward», *The Guardian*, 28 ottobre 2021, <https://www.theguardian.com/technology/2021/oct/28/facebook-mark-zuckerberg-meta-metaverse>, par. Technology,

²¹² «KoreaMed Synapse», consultato 26 aprile 2022, <https://synapse.koreamed.org/articles/1149230>.

²¹³ John David N. Dionisio, William G. Burns III, e Richard Gilbert, «3D Virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities», *ACM Computing Surveys* 45, n. 3 (3 luglio 2013): 34:1-34:38, <https://doi.org/10.1145/2480741.2480751>.

²¹⁴ «the-mobile-future-of-extended-reality-xr.pdf», consultato 25 marzo 2022, <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/the-mobile-future-of-extended-reality-xr.pdf>.

necessarie per creare da zero qualcosa con contenuti altamente personalizzati. Strumenti come Wikitude²¹⁵ e Zappar²¹⁶ potrebbero rappresentare soluzioni accettabili per loro e librerie 3D come Sketchfab o CGTrader potrebbero avere i modelli 3D specifici di cui hanno bisogno. Wikitude e Zappar fanno parte insieme ad altre²¹⁷ di quella potremmo definire famiglia di web creator. Una piattaforma come Eon XR²¹⁸ sembra attualmente quella più adatta per creare esperienze simili al Metaverso senza richiedere grandi sforzi.

CospacesEdu²¹⁹ è probabilmente il punto di partenza per esperienze più complesse. Si possono programmare e condividere lezioni XR con studenti in ambienti simili al Metaverso e, in qualche modo, potremmo presumere che la struttura sia una versione semplificata di motori grafici come Unreal²²⁰ e Unity²²¹. In generale, i motori grafici appena citati rappresentano le più alte possibilità di personalizzazione per le esperienze del Metaverso, ma a costo di uno sforzo maggiore. Unreal MetaHumans²²² e la libreria gratuita Megascan per i fruitori dei tool di Epic Games rappresentano un grande balzo in avanti e i motori di gioco

²¹⁵ «Augmenting the Future: Interview with Martin Herdina», Wikitude, 10 novembre 2021, <https://www.wikitude.com/blog-headworn-ar-interview-martin-herdina/>.

²¹⁶ «The no-code revolution: how marketers can leverage AR tools in the metaverse», The Drum, consultato 25 marzo 2022, <https://www.thedrum.com/opinion/2022/02/10/the-no-code-revolution-how-marketers-can-leverage-ar-tools-the-metaverse>.

²¹⁷ Blippar, LayAR, Instructables sono insieme a molti altri, web creator per laAugmented Reality.

²¹⁸ Josh Chesler, «Announcing EON Reality's Knowledge Metaverse Project», *EON Reality* (blog), 30 luglio 2021, <https://eonreality.com/knowledge-metaverse-project-xr/?lang=it>.

²¹⁹ «Introducing Your Classroom to the Metaverse», The Mind Lab, 21 marzo 2022, <https://themindlab.com/2022/03/21/introducing-your-classroom-to-the-metaverse-00b/>.

²²⁰ «Real-Time Round-up 2022: The Metaverse and Other Emerging Trends», Unreal Engine, consultato 25 marzo 2022, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/real-time-round-up-the-metaverse-and-emerging-2022-trends>.

²²¹ «Introducing the Metaverse Minute», Unity Blog, consultato 25 marzo 2022, <https://blog.unity.com/manufacturing/introducing-the-metaverse-minute>.

²²² Strumento Web di creazione di personaggi 3d altamente realistici con metodologia simile a un character creator dei videogiochi, uno strumento profondo molto semplice da usare. Gratis per utenti Epic Games

offrono la possibilità di utilizzare i digital twin²²³²²⁴, che sono un blocco importante per la creazione di esperienze più profonde nella realtà estesa, e dare forza e consistenza al concetto di Metaverso.

La riproduzione fedele della realtà in ambienti virtuali, tuttavia, non è l'unica opzione. Ad esempio, è meglio allungare le braccia per raggiungere un oggetto lontano o teletrasportare l'oggetto nella mano dell'utente? Se più utenti scelgono di gestire lo stesso oggetto contemporaneamente, quali sono le migliori soluzioni per preservare la coerenza dell'interazione? Una prima risposta abbiamo provato a darla sviluppando un prototipo denominato “collocate” dove in una piccola mappa multiplayer sviluppata in Unreal si possono connettere fino a 4 utenti contemporanei. Qui ci sono degli actor blueprint che hanno delle proprietà specifiche che permettono a utenti diversi di poter “afferrare” insieme lo stesso actor. Le interazioni principali sono gestite in livelli di priorità, il primo ad aver afferrato l'actor avrà la priorità più alta e viene considerato il padre (0) mentre gli altri utenti che decidono di partecipare all'interazione afferrando a loro volta l'actor sono considerati figli e vengono ordinati in ordine di interazione (1-2-3). Le interazioni possibili sono semplicemente quelle di ruotare o spostare l'actor e in caso di azioni contemporanee da parte degli utenti il software dà priorità a coloro con il numero più basso, mettendo quindi in una condizione di massimo controllo l'utente che ha interagito e mantenuto attiva l'interazione per primo. Perché si parla di interazione continua? Poiché l'interazione è programmata in modo tale che i valori siano assegnati in tempo reale seguendone le variazioni. Se per esempio l'utente che ha dato inizio all'interazione decide di interromperla lasciando l'actor, viene rimosso dall'elenco degli interagenti e l'ordine di interazione si aggiorna rimuovendo l'utente e sostituendo la sua priorità con quella dell'utente immediatamente successivo. In buona sostanza per tutta la durata dell'interazione esisterà sempre un utente 0/Padre, che verrà riassegnato, insieme alle altre posizioni (1-2-3) in base a come e quando gli utenti decideranno di interagire. C'è

²²³ H. Jeong, Y. Yi, e D. Kim, «AN INNOVATIVE E-COMMERCE PLATFORM INCORPORATING METAVERSE TO LIVE COMMERCE», *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* 18, n. 1 (febbraio 2022): 221–29, <https://doi.org/10.24507/ijicic.18.01.221>.

²²⁴ «VTT Technology 339: The Industrial Track of EuroVR 2018», s.d., 54.

sempre un soggetto con un controllo prioritario sugli utenti più bassi, ma questa priorità viene persa non appena si smette di interagire e se si dà nuovamente inizio all'interazione mentre gli altri utenti sono rimasti attivi, l'utente verrà inserito e con la priorità più bassa disponibile. In parole povere se si esce dalla fila per rientrare si deve ricominciare la coda.

Half Life: Alyx, videogioco VR sviluppato da Valve Corporation uscito in versione definitiva nel 2020, è un caso di studio interessante dato il suo proposito di essere una killer application per il mondo VR. Valve, oltre ad aver creato la piattaforma più diffusa al mondo per la vendita e gestione cloud di videogiochi per pc, è creatrice di tecnologie VR. In questo videogioco l'interazione con gli oggetti è progettata accuratamente. Per raccogliere oggetti distanti e manipolabili da una mano sola, la possibilità di interazione viene segnalata tramite una sorta di puntatore laser che appare solo quando si posa su oggetti di quel tipo. Soddisfatto quindi il requisito per inizializzare l'interazione, premendo un pulsante sul controller l'oggetto verrà attirato nella mano del giocatore come se avesse attivato una calamita o una sorta di potere telecinetico. Per oggetti tecnicamente troppo pesanti, contrariamente alla maggior parte delle esperienze VR che ho potuto visionare, che annullano la fisica e il peso dell'oggetto, viene richiesto o di usare due mani per poter sollevare l'oggetto o l'effetto fisico di collisione è molto mitigato simulando una forza di interazione insufficiente a spostarlo, al massimo si potrà notare un piccolo movimento in reazione allo scontro con una forza palesemente insufficiente. I controller associati all'uscita di questa esperienza i "Valve Knuckles" sono per altro i primi controller commerciali a tracciare con estrema precisione i movimenti di ogni singolo dito ed è anche per questo che c'è stato un palese studio delle interazioni manuali. Ho avuto modo di testare il gioco con i classici Vive Stick di HTC Vive, ma nonostante tutto la qualità delle interazione resta invariata.

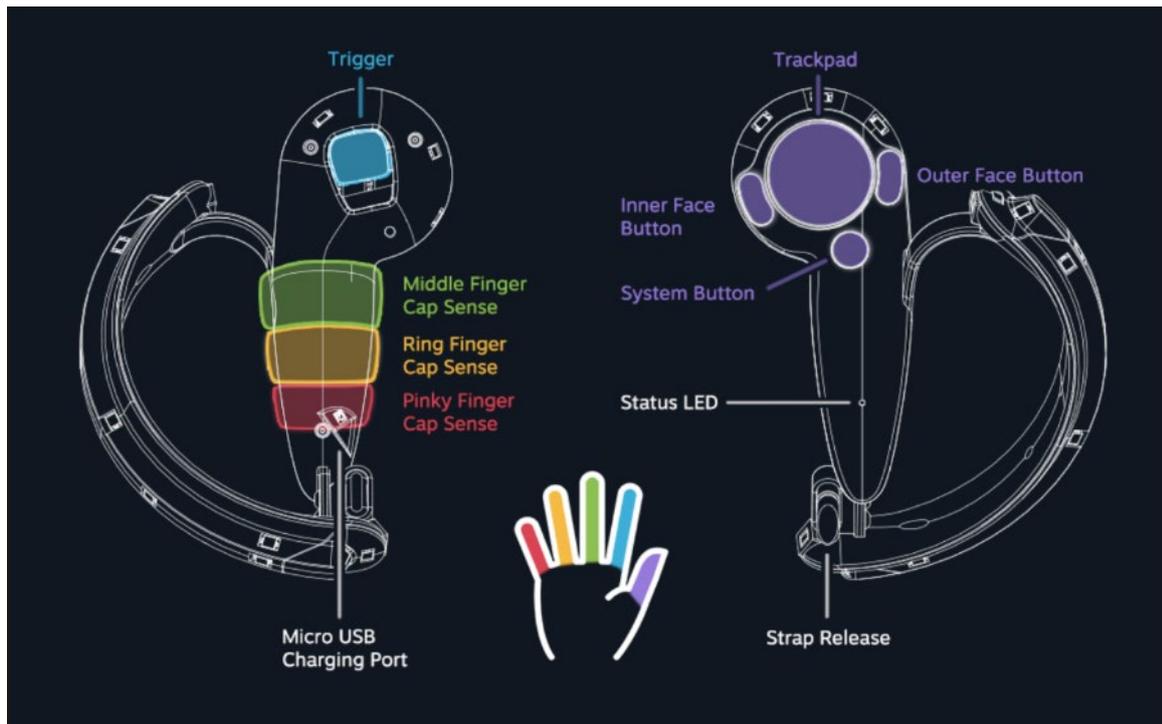


Figura 38 - Schema Index Knuckles. Ogni dito della mano è tracciato dal controller, lo schema di colori evidenzia le zone di tracciamento adibite ad ogni dito.

Come strutturare le interazioni con gli oggetti nel Metaverso è solo un parte dei problemi. Se social app come VR Chat hanno già fatto da apripista per una sorta di nuova Second Life in VR (che comunque esiste ma il suo fondatore è molto scettico sul Metaverso²²⁵), la closed beta del Metaverso di Facebook, Horizon Worlds, ha evidenziato in eventi recenti²²⁶ alcuni problemi. Sembra sia apparentemente semplice sfruttare il sistema per tenere una cattiva condotta sessuale invadendo lo spazio personale altrui, violando quindi quello che nella prossemica viene definito spazio intimo, inducendo disagio mentale negli utenti molestati e facendoli sentire meno a loro agio nel Metaverso. Questa possibilità era già stata ipotizzata nei miei primi studi effettuati nel 2017 dove studiavo i potenziali risvolti di empatia verso personaggi virtuali in videogiochi VR. Ai fini di creare empatia con un personaggio virtuale, considerata anche la possibilità che

²²⁵ «Second Life Creator Sees Disaster in Facebook-like Metaverse», Nikkei Asia, consultato 23 marzo 2022, <https://asia.nikkei.com/Editor-s-Picks/Interview/Second-Life-creator-sees-disaster-in-Facebook-like-metaverse>.

²²⁶ «Sexual Harassment in the Metaverse? Woman Alleges Rape in Virtual World», USA TODAY, consultato 19 aprile 2022, <https://www.usatoday.com/story/tech/2022/01/31/woman-allegedly-groped-metaverse/9278578002/>.

tale NPC (Non Playable Character) all'interno della storia sia un amico, conoscente, partner o sconosciuto, sono state fatte delle prove per considerare quanto si fosse in grado di mantenere un senso di Presence e non subire poi un potenziale senso di pertubanza. Fu effettuato quindi un test di prossimica ai fini di verificare a quale distanza dagli NPC il giocatore si senta a suo agio o a disagio o a quale distanza si possa essere per una comunicazione comprensibile. È stata verificata inoltre, con il reparto di ricerca sulla Motion Capture, la visibilità e la resa tecnica di modelli e animazioni nelle loro varie parti (faccia, mani, corpo). Ne è risultata una forte sensazione e corrispondenza con le distanze teorizzate da Edward T. Hall²²⁷ che nello specifico sono:

1. Distanza Intima: inteso a contatto i pochi centimetri di distanza, da 0 a 45cm
2. Distanza Personale: da 45 cm a 120 cm
3. Distanza Sociale: da 120 a 360 cm
4. Distanza Pubblica: da 360 cm a 760cm (e oltre)

È stato di particolare rilevanza considerare quanto sia complessa una interazione diretta con un NPC o personaggio di un giocatore (nel caso si tratti di uno spazio virtuale comune a due diversi giocatori) poiché per evitare disallineamenti tra i movimenti del giocatore e quelli dell'avatar (quindi VR Sickness) non era possibile rispettare le collisioni, ossia quella che nel mondo reale è il naturale respingersi o impedire la compenetrazione tra due corpi solidi. Da un punto prettamente sociale può invece risultare fastidioso per la percezione di sé un corpo che violi lo spazio senza consenso con, per altro, l'impossibilità di ribellarsi attivamente, aprendo quindi nuovi scenari di ricerca e valutazioni per la risoluzione del problema. La situazione attuale vede quindi conferma di quanto rilevato allora. Il sistema di Horizon Worlds prevede che l'utente possa isolarsi in una safe zone a forma di bolla, dove nessuno può venire a contatto con lui, questo però non significa che ci sia sempre la prontezza di attivare questa modalità per tempo. Il MIT ha inoltre già confermato che questi incidenti non sono solo casi isolati, questo sarà un problema da affrontare costantemente e trovare ulteriori soluzioni per prevenire questi

²²⁷ Edward T. Hall et al., «Proxemics [and Comments and Replies]», *Current Anthropology*, 19 ottobre 2015, <https://doi.org/10.1086/200975>.

episodi sarà cruciale²²⁸ come anche evidenziato da Kye et al nella prospettiva del Metaverso Educational:

«The administrator cannot pre-dict all the actions of users due to the high degree of freedom. [...] Therefore, there is a possibility that it will become a lawless zone [...] caution is needed because it can be a significant risk to young adolescents with little social experience and whose identity has not been established.»

La sovrapposizione virtuale di corpi non virtuali può sembrare assolutamente insignificante, soprattutto se questa informazione viene presa da sola, in più solo la vista viene coinvolta in questo processo. Quanto rilevato in questo elaborato ci dice che il senso di Presence creato dalla VR e dalla AR stessa sono in grado mitigare i sintomi di un paziente schizofrenico e trattare la sindrome dell'arto fantasma. Alla luce di queste e molte altre evidenze, un problema apparentemente insignificante acquisisce un'importanza ben precisa e netta, soprattutto in previsione di quello che verrà nel Metaverso. L'XR è quindi in grado di modificare la nostra percezione della realtà, l'E-learning anche non associata alla XR è in grado di equipararsi all'apprendimento in presenza e la gamification sono in grado di migliorare a loro volta vari aspetti del vissuto quotidiano. Questo contesto però non suggerisce che sia meglio in termini assoluti, piuttosto che può essere meglio, quindi il termine più appropriato è aumentare. L'aspetto dell'Augmented Humanity che voglio trattare è proprio questo e in questa sede ho tralasciato la parte più strettamente tecnologica e non digitale come la robotica, la protesica, la biologia e la biochimica. È difficile contestare che un antibiotico aumenta le nostre capacità di sopravvivenza, come è altrettanto difficile dubitare che delle protesi robotiche per sostituire le gambe amputate non compensino un deficit motorio acquisito per colpa degli eventi. In questi casi il concetto di Augmented Humanity assume fisicità ed è molto più evidente ad occhio nudo, si tratta di elementi sulle prime percepiti con molto più sospetto poiché invasivi e difficili da accettare; Glass Explorer dei

²²⁸ «The Metaverse Has a Groping Problem Already», MIT Technology Review, consultato 19 aprile 2022, <https://www.technologyreview.com/2021/12/16/1042516/the-metaverse-has-a-groping-problem/>.

Google Glass lo ha provato in passato, ma prima ancora i loro antenati molto meno “tecnologici” suscitavano sospetto e rifiuto per la loro artificiosità. Col tempo sono passati da semplici dispositivi medici a strumenti anche estetici, seguendo un percorso straordinariamente simile ad altri tipi di protesi, come il progetto di Open Bionics per la costruzione di arti bionici ispirati ai supereroi o con estetica gradevole, mantenendo la funzionalità attesa²²⁹.

È stata fatta molta strada dall'uscita dei Google Glass e di Oculus Rift ed oggi lo strumento di punta per la VR sembra essere Meta Quest (ex Oculus), il visore stand alone di Meta (ex Facebook), che con la sua versione 2 ha portato con sé l'annuncio del Metaverso, mentre per la realtà aumentata manca ancora uno smart glasses che si sia affermato realmente e che possa essere preso come potenziale standard. La verità è che i visori VR e gli smart glasses hanno una produzione estremamente prolifica e, a parte i più famosi, è veramente difficile tenerne traccia e un documento come questo diventerà obsoleto con ogni probabilità il giorno stesso della sua chiusura o della sua eventuale stampa su carta. Quindi risulta più sensato riportare della risorse online dove si può trovare velocemente una fonte costantemente aggiornata a cui fare riferimento, come Wikipedia.²³⁰²³¹ La strana creatura che voglio estrapolare dal mare magnum del mercato dei visori è Varjo, oggi arrivato alla versione 3 dei loro visori di punta. Ma perché proprio Varjo sugli altri? È il primo visore in commercio a dichiararsi come prodotto XR, con la possibilità quindi di passare da una modalità AR ad una VR e viceversa in un unico visore, proprio come teorizzato da Qualcomm nel suo documento tecnico sul futuro

²²⁹ «Open Bionics - Turning Disabilities into Superpowers», Open Bionics, consultato 20 aprile 2022, <https://openbionics.com/en/>.

²³⁰ «Comparison of Virtual Reality Headsets», in *Wikipedia*, 20 aprile 2022, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Comparison_of_virtual_reality_headsets&oldid=1083770822.

²³¹ «Smartglasses», in *Wikipedia*, 1 aprile 2022, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Smartglasses&oldid=1080496912>.

della XR. È naturalmente più corretto parlare di visore piuttosto che smartglasses, ed è evidente come la tecnologia utilizzata non sia ancora abbastanza miniaturizzata e abbia bisogno dei suoi spazi. Per l'hand tracking monta tecnologia Ultraleap gemini V5 (evoluzione della compagnia LeapMotion che si è specializzata nel supporto alle tecnologie del mondo XR), integra tecnologia Eye Tracking per ottimizzare le performance del visore, è integrabile con il sistema SteamVR 2.0, può utilizzare un sistema indipendente di tipo Inside-Out utilizzando le camere frontali (attualmente in beta) e per finire sfrutta e integra tecnologia LiDAR per la percezione di profondità dell'ambiente circostante da parte del sistema, quella stessa tecnologia utilizzata dai droni per riprodurre con estrema



Figura 39 - Visore Varjo XR3 - immagine tratta dal sito varjo.com

precisione la falesia dei Balzi Rossi. Il costo è assolutamente da mercato Business to Business e da centri di ricerca, si parla di 5995€ più una sottoscrizione obbligatoria Varjo di un anno al prezzo di 1495€. Naturalmente parliamo di un visore con cavo che necessita di hardware di alto profilo, con cpu 8 core premium 32gb di ram, l'obbligo di schede video Nvidia RTX minimo versione 2080ti e

compatibilità software con lo standard OpenXR e i maggior motori grafici come Unreal e Unity. Un visore di questi tipo pone le basi per il futuro dell'Extended Reality permettendole di uscire dal mero uso di termine ombrello, dandogli quindi fisicità.

Fisicità che può essere completata dal body tracking di hardware corporeo di tecnologie come TeslaSuit e le TactSuit di bHaptics, che simulano il tatto in contesti vr; se la TactSuit è una giacca che ricopre solo il torso, la TeslaSuit è invece uno strumento totalbody che può essere utilizzato anche per il bodytracking e motion capture.



Figura 40 - funzionalità della TeslaSuit
fonte: teslasuit.io

È evidente però che tutte queste possibilità si spingono molto verso del professionista digitale indicato nell'ipotesi di continuum e possono risultare troppo avanzati per l'umanista digitale, ma trovano comunque una loro collocazione.

Lasciando da parte i risvolti effettivi che avrà il Metaverso una volta che sarà effettivamente tra noi nella forma della visione pensata da Facebook, pardon, Meta, la direzione sembra abbastanza chiara: avremo nuove tecnologie e tecniche che si fonderanno con il nostro quotidiano e poco importa in che modo lo faranno. A meno di importanti fattori di arresto per cause esterne, l'innovazione va avanti e, riprendendo parole che ho scritto in passato, quando si parla di Augmented

Humanity si tratta in buona sostanza della fusione con la tecnologia, che detta in questi termini risulta difficile da digerire, non fosse che il tutto è fondamentalmente legato alla percezione delle cose e dall'accettazione culturale dello strumento, trasformandolo in normalità ed estensione del nostro corpo o del nostro vivere. Non è certo necessario spiegare quanto una persona possa aver bisogno dei propri occhiali da vista. Questa affermazione può apparire assurda, ma gli occhiali sono in tutto e per tutto tecnologia, sono una protesi più o meno necessaria a seconda delle esigenze, che ci portiamo appresso con dignità una volta abbastanza grandi da comprenderli ed accettarli. I bambini hanno una percezione perfetta del proprio corpo e di primo impatto hanno un rifiuto per questi corpi estranei, esattamente come lo sono un paio di scarpe, un maglione o un orologio. Ognuno di questi oggetti è un'abitudine, una necessità che abbiamo e ci viene insegnata a "sopportare" fin dai primi vagiti, un piccolo compromesso per migliorare la nostra vita, per proteggerci o renderci consapevoli. Lo studio stesso della natura umana ci permette di aumentare la comprensione delle dinamiche sociali, di capire cosa è meglio o cosa non è meglio fare in un determinato contesto e come è meglio comunicare, aumentando la nostra capacità di fornire efficacia al nostro messaggio.

L'Augmented Humanity quindi è rappresentata anche dall'efficacia di nuovi mezzi per imparare, che passa dall'immaginazione dello strumento alla realtà applicativa. È per questo che la Gamification di Star Words prima, e della Sigla delle serie TV dopo diventa per magia un esperimento di Mixed Reality, poiché mischia l'immaginario per ottenere risultati reali, tangibili, che aumentano le condizioni di apprendimento. Poiché questo deve fare la tecnologia, in senso ampio, migliorarci in quanto il significato stesso di tecnologia indicato da Treccani²³² è riassumibile in questo: dal greco τεχνολογία ossia trattato sistematico su un'arte, intesa come artefatto, quindi fatto dall'uomo. Il significato, quindi, percorre a tutto ciò che riguarda la ricerca tecnologica che ha come oggetto l'applicazione e l'uso degli strumenti tecnici in senso lato, ossia di tutto ciò (ivi comprese le conoscenze matematiche, informatiche, scientifiche) che può essere applicato alla soluzione di

²³² «tecnologia in Vocabolario - Treccani», consultato 22 aprile 2022, <https://www.treccani.it/vocabolario/tecnologia>.

problemi pratici, all'ottimizzazione delle procedure, alla presa di decisioni, alla scelta di strategie finalizzate a determinati obiettivi. Il significato però, sfocia anche nelle tecniche *educative*, lo studio sistematico dei mezzi e delle strategie per raggiungere determinati obiettivi didattici in campo educativo, nella scuola o nella formazione professionale.

La tecnologia è quindi un supporto, fisico o meno, per potenziare le capacità umane, aumentandole.

Ineccepibile.

Riferimenti

- «2021-Coursera-Impact-Report.pdf». Consultato 7 aprile 2022. <https://about.coursera.org/press/wp-content/uploads/2021/11/2021-Coursera-Impact-Report.pdf>.
- DOWiNO. «A Blind Legend». Consultato 29 marzo 2022. <https://www.dowino.com/en/realisations/serious-game-a-blind-legend/>.
- Qualcomm. «Advancing Inside-out Motion Tracking for Immersive Mobile VR», 14 agosto 2017. <https://www.qualcomm.com/news/onq/2017/08/14/advancing-inside-out-motion-tracking-immersive-mobile-vr>.
- Alexander, Julia. «Netflix Will Reduce Its European Network Traffic by 25 Percent to Manage Surge». *The Verge*, 19 marzo 2020. <https://www.theverge.com/2020/3/19/21187078/netflix-europe-streaming-european-union-bit-rate-broadband-coronavirus>.
- Agenda Digitale. «Algoritmi razzisti, ecco le cause del problema e le soluzioni in campo», 9 luglio 2020. <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/contro-il-razzismo-degli-algoritmi-da-cosa-deriva-e-le-garanzie-che-servono/>.
- Allcoat, Devon, e Adrian von Mühlénen. «Learning in Virtual Reality: Effects on Performance, Emotion and Engagement». *Research in Learning Technology* 26 (27 novembre 2018). <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>.
- «Amazing Stories». In *Wikipedia*, 13 aprile 2022. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Amazing_Stories&oldid=1082493616.
- Anable, Aubrey. «The Architecture Machine Group's Aspen Movie Map: Mediating the Urban Crisis in the 1970s». *Television & New Media* 13, n. 6 (1 novembre 2012): 498–519. <https://doi.org/10.1177/1527476411423673>.
- TechCrunch. «Another High-Flying, Heavily Funded AR Headset Startup Is Shutting Down». Consultato 4 aprile 2022. <https://social.techcrunch.com/2019/09/12/another-high-flying-heavily-funded-ar-headset-startup-is-shutting-down/>.
- TechCrunch. «Apple Acquires Augmented Reality Company Metaio». Consultato 23 aprile 2022. <https://social.techcrunch.com/2015/05/28/apple-metaio/>.
- Archive, H. M. H. *Morton Heilig's Sensorama Promo late 1980's*, 2017. <https://vimeo.com/246184069>.
- Arendt, Hannah. *La banalità del male. Eichmann a Gerusalemme*. Feltrinelli Editore, 2001.
- Asimov, Isaac. «35 Years Ago, Isaac Asimov Was Asked by the Star to Predict the World of 2019. Here Is What He Wrote». *The Toronto Star*, 27 dicembre 2018, par. World. <https://www.thestar.com/news/world/2018/12/27/35-years-ago-isaac-asimov-was-asked-by-the-star-to-predict-the-world-of-2019-here-is-what-he-wrote.html>.
- TechCrunch. «Augmedix Nabs \$17M to 'Rehumanize' Doctor/Patient Relations Using Google Glass». Consultato 4 aprile 2022. <https://social.techcrunch.com/2016/04/25/augmedix-nabs-17m-to-rehumanize-doctorpatient-relations-using-google-glass/>.

- Wikitude. «Augmenting the Future: Interview with Martin Herdina», 10 novembre 2021. <https://www.wikitude.com/blog-headworn-ar-interview-martin-herdina/>.
- Azuma, Ronald T. «A Survey of Augmented Reality». *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, n. 4 (1 agosto 1997): 355–85. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.
- Bâce, Mihai. «Augmenting human interaction capabilities with proximity, natural gestures, and eye gaze». In *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 1–3. MobileHCI '17. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. <https://doi.org/10.1145/3098279.3119924>.
- Becker, Vincent. «Augmented humans interacting with an augmented world». In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*, 428–29. MobileHCI '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. <https://doi.org/10.1145/3236112.3236179>.
- Bogost, Ian. *How to Do Things with Videogames*. U of Minnesota Press, 2011.
- Brophy-Warren, Jamin. «The Board Game No One Wants to Play More Than Once». *Wall Street Journal*, 24 giugno 2009, par. Speakeasy. <https://www.wsj.com/articles/BL-SEB-2186>.
- Brown, Geoffrey, Mengnan Mary Wu, Felix C. Huang, e Keith E. Gordon. «Movement augmentation to evaluate human control of locomotor stability». In *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 66–69, 2017. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8036764>.
- Bryant, Peter T. «Modeling Augmented Humanity». In *Augmented Humanity: Being and Remaining Agentic in a Digitalized World*, a cura di Peter T. Bryant, 1–38. Cham: Springer International Publishing, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76445-6_1.
- . «Toward a Science of Augmented Agency». In *Augmented Humanity: Being and Remaining Agentic in a Digitalized World*, a cura di Peter T. Bryant, 269–94. Cham: Springer International Publishing, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76445-6_10.
- Burch, Aaron. «VR and Consumer Sentiment». *Touchstone Research* (blog), 28 gennaio 2016. <https://touchstoneresearch.com/vr-and-consumer-sentiment/>.
- Catalani, Luigi. «Informatica Umanistica e Digital Humanities». *Medium* (blog), 19 febbraio 2018. <https://medium.com/@luigicatalani/informatica-umanistica-e-digital-humanities-ff57c44d68be>.
- Chang, Eunhee, Hyun Taek Kim, e Byounghyun Yoo. «Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements». *International Journal of Human-Computer Interaction* 36, n. 17 (20 ottobre 2020): 1658–82. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>.
- Chen, Yang, Terry Burton, Mihaela Vorvoreanu, e David M. Whittinghill. «Cogent: Case Study of Meaningful Gamification in Education with Virtual Currency». *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* 10, n. 1 (21 febbraio 2015): 39–45. <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i1.4247>.

- Chesler, Josh. «Announcing EON Reality’s Knowledge Metaverse Project». *EON Reality* (blog), 30 luglio 2021. <https://eonreality.com/knowledge-metaverse-project-xr/?lang=it>.
- Chou, Yu-kai. *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. Packt Publishing Ltd, 2019.
- . *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. Packt Publishing Ltd, 2019.
- Clark, Ruth C., e Richard E. Mayer. *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. John Wiley & Sons, 2016.
- Coccoli, Mauro, Saverio Iacono, e Gianni Vercelli. «Applying Gamification Techniques to Enhance Effectiveness of Video-Lessons». *Journal of E-Learning and Knowledge Society* 11, n. 3 (30 settembre 2015). <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1062>.
- «commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_it.pdf». Consultato 23 febbraio 2022. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_it.pdf.
- «Comparison of Virtual Reality Headsets». In *Wikipedia*, 20 aprile 2022. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Comparison_of_virtual_reality_headsets&oldid=1083770822.
- Cook, Groundbreaking virtual holiday experience for Thomas. «Thomas Cook Try Before You Fly | Virtual Reality Holiday | VR Case Study». VISUALISE. Consultato 6 aprile 2022. <https://visualise.com/case-study/thomas-cook-virtual-holiday>.
- Csikszentmihalyi, Mihaly, Sami Abuhamdeh, e Jeanne Nakamura. «Flow». In *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*, a cura di Mihaly Csikszentmihalyi, 227–38. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_15.
- Daily, Mike, Antti Oulasvirta, e Jun Rekimoto. «Technology for Human Augmentation». *Computer* 50, n. 2 (febbraio 2017): 12–15. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.39>.
- Damico, Amy M., e Sara E. Quay. *21st-Century TV Dramas: Exploring the New Golden Age*. ABC-CLIO, 2016.
- Deterding, Sebastian, Dan Dixon, Rilla Khaled, e Lennart Nacke. «From game design elements to gamefulness: defining “gamification”». In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15. MindTrek ’11. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2011. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
- Dionisio, John David N., William G. Burns III, e Richard Gilbert. «3D Virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities». *ACM Computing Surveys* 45, n. 3 (3 luglio 2013): 34:1-34:38. <https://doi.org/10.1145/2480741.2480751>.
- Dörner, Ralf, Stefan Göbel, Wolfgang Effelsberg, e Josef Wiemeyer. «Introduction». In *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*, a cura di Ralf Dörner, Stefan Göbel, Wolfgang Effelsberg, e Josef Wiemeyer, 1–34. Cham: Springer International Publishing, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_1.

- Next Reality. «Exclusive: AR Startup Meta Company Shuts Down Amid Asset Foreclosure Sale, Patent Fight, & Executive Departures». Consultato 24 aprile 2022. <https://next.reality.news/news/exclusive-ar-startup-meta-company-shuts-down-amid-asset-foreclosure-sale-patent-fight-executive-departures-0192384/>.
- «First use of virtual reality fundraising a hit with members of the public». Consultato 8 marzo 2022. <https://www.amnesty.org.uk/press-releases/first-use-virtual-reality-fundraising-hit-members-public>.
- Forinash, D. B. «Google Glass». *CALICO Journal* 32, n. 3 (2015): 609–17.
- Royal College Newsroom. «Futuristic Virtual Reality Therapy Shows Promise», 8 marzo 2019. <https://newsroom.royalcollege.ca/futuristic-virtual-reality-therapy-shows-promise/>.
- Coursera. «Gamification». Consultato 29 marzo 2022. <https://www.coursera.org/learn/gamification>.
- Bogost.com. «Gamification Is Bullshit». Consultato 29 marzo 2022. http://bogost.com/writing/blog/gamification_is_bullshit/.
- Garzilli, Enrica. «Onu: “L’accesso a Internet è un diritto umano”». *Il Fatto Quotidiano*, 9 giugno 2011. <http://www.ilfattoquotidiano.it/2011/06/09/onu-internet-e-un-diritto-fondamentale/117023/>.
- «Google Cardboard XC90 Experience | Volvo Car USA». Consultato 6 aprile 2022. <https://www.volvocars.com/us/about/our-points-of-pride/google-cardboard>.
- «Google Glass». In *Wikipedia*, 7 aprile 2022. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Google_Glass&oldid=1081472624.
- Guerrero, Graciela, Fernando José Mateus da Silva, Antonio Fernández-Caballero, e António Pereira. «Augmented Humanity: A Systematic Mapping Review». *Sensors* 22, n. 2 (10 gennaio 2022): 514. <https://doi.org/10.3390/s22020514>.
- Guttentag, Daniel A. «Virtual Reality: Applications and Implications for Tourism». *Tourism Management* 31, n. 5 (1 ottobre 2010): 637–51. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.07.003>.
- Hall, Edward T., Ray L. Birdwhistell, Bernhard Bock, Paul Bohannon, Jr A. Richard Diebold, Marshall Durbin, Munro S. Edmonson, et al. «Proxemics [and Comments and Replies]». *Current Anthropology*, 19 ottobre 2015. <https://doi.org/10.1086/200975>.
- Hall, Joseph. «Isaac Asimov, You Were No Nostradamus». *The Toronto Star*, 27 dicembre 2018, par. World. <https://www.thestar.com/news/world/2018/12/27/isaac-asimov-you-were-no-nostradamus.html>.
- «Hellblade | Senua’s Sacrifice | Ninja Theory». Consultato 29 marzo 2022. <https://www.hellblade.com/>.
- Fortune. «Here’s Why Hospitals Are Using Virtual Reality to Train Staff». Consultato 6 aprile 2022. <https://fortune.com/2015/08/17/virtual-reality-hospitals/>.
- Heussner, Tobias, Toiya Kristen Finley, Jennifer Brandes Hepler, e Ann Lemay. *The Game Narrative Toolbox*. CRC Press, 2015.
- . *The Game Narrative Toolbox*. CRC Press, 2015.

- Hodges, Charles, Stephanie Moore, Barbara Lockee, Torrey Trust, e Mark Bond. «The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning», 27 marzo 2020.
- Huizinga, Johan. *Homo Ludens*. Taylor & Francis, 1998.
- Iacono, S., G. V. Vercelli, E. Bellanti, e A. Corsi. «A LESSON LEARNED ABOUT GAMIFICATION AND ENGAGEMENT IN A MASTER DEGREE COURSE». *ICERI2018 Proceedings*, 2018, 2898–2902.
- Iacono, Saverio, Mario Vallarino, e Gianni Viardo Vercelli. «Gamification in Corporate Training to Enhance Engagement: An Approach». *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* 15, n. 17 (11 settembre 2020): 69–84. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i17.14207>.
- Iacono, Saverio, e Gianni Vercelli. «Lessons learned about language learning and extended reality frameworks». In *the 5th International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*, 51–55. CAL-TEK srl, 2019. <https://doi.org/10.46354/i3m.2019.vare.008>.
- Iacono, Saverio, Daniele Zolezzi, e Gianni Vercelli. «Virtual Reality Arcade Game in Game-Based Learning for Cultural Heritage». In *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*, a cura di Lucio Tommaso De Paolis e Patrick Bourdot, 383–91. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95282-6_28.
- «Impact of Coronavirus Pandemic Crisis on Technologies and Cloud Computing Applications | Elsevier Enhanced Reader». Consultato 7 aprile 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2020.100059>.
- Ninja · la piattaforma italiana per la digital economy. «InfinityAR e le altre incursioni di Alibaba nella Realtà Aumentata», 25 marzo 2019. <https://www.ninjamarketing.it/2019/03/25/infinityar-alibaba-startup-realta-aumentata/>.
- Unity Blog. «Introducing the Metaverse Minute». Consultato 25 marzo 2022. <https://blog.unity.com/manufacturing/introducing-the-metaverse-minute>.
- The Mind Lab. «Introducing Your Classroom to the Metaverse», 21 marzo 2022. <https://themindlab.com/2022/03/21/introducing-your-classroom-to-the-metaverse-00b1/>.
- The Museum of Modern Art. «Jason Rohrer. Passage. 2007 | MoMA». Consultato 28 marzo 2022. <https://www.moma.org/collection/works/145533>.
- Jeong, H., Y. Yi, e D. Kim. «AN INNOVATIVE E-COMMERCE PLATFORM INCORPORATING METAVERSE TO LIVE COMMERCE». *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* 18, n. 1 (febbraio 2022): 221–29. <https://doi.org/10.24507/ijcic.18.01.221>.
- «Journal of Medical Internet Research - Evidence on Virtual Reality-Based Therapies for Psychiatric Disorders: Meta-Review of Meta-Analyses». Consultato 6 aprile 2022. <https://www.jmir.org/2020/8/e20889/>.
- Kapp, Karl M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons, 2012.
- Keep Talking and Nobody Explodes. «Keep Talking and Nobody Explodes - Defuse a Bomb with Your Friends.» Consultato 5 aprile 2022. <https://keeptalkinggame.com/>.
- «KIPPO NEWS Wednesday, November 17, 1999», 6 novembre 2008. https://web.archive.org/web/20081106134919/http://www.kansai.gr.jp/kansaiwindowhtml/news/1999-e/19991117_NEWS.HTML.

- Klein, Cameron, Deborah DiazGranados, Eduardo Salas, Huy Le, C. Shawn Burke, Rebecca Lyons, e Gerald F. Goodwin. «Does Team Building Work?» *Small Group Research* 40, n. 2 (1 aprile 2009): 181–222. <https://doi.org/10.1177/1046496408328821>.
- «KoreaMed Synapse». Consultato 26 aprile 2022. <https://synapse.koreamed.org/articles/1149230>.
- Kymäläinen, Tiina. «Introduction to the Special Session: Design and Research for Advanced Human Augmentation». In *2016 12th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, 144–46, 2016. <https://doi.org/10.1109/IE.2016.30>.
- Distretto Toscano Scienze della Vita. «La realtà aumentata applicata alla medicina: l'esperienza di Vostars guida la mano del chirurgo», 22 settembre 2020. <http://www.scienzedellavita.it/it/meetthelifesciences/8068-la-realt%C3%A0-aumentata-applicata-alla-medicina-lesperienza-di-vostars-guida-la>.
- Storia dell'Arte. «LA SALA DELLE PROSPETTIVE», 27 agosto 2020. <https://www.progettostoriadellarte.it/2020/08/27/la-sala-delle-prospettive/>.
- PA digitale 2026. «Le Misure del PNRR per la Transizione Digitale». Consultato 11 luglio 2022. <https://padigitale2026.gov.it/misure/>.
- «Le presentazioni di PowerPoint con sottotitoli automatici in tempo reale». Consultato 17 febbraio 2022. <https://support.microsoft.com/it-it/office/le-presentazioni-di-powerpoint-con-sottotitoli-automatici-in-tempo-reale-68d20e49-aec3-456a-939d-34a79e8ddd5f>.
- Lee, Juyoung, Eunseok Kim, Jeongmin Yu, Junki Kim, e Woontack Woo. «Holistic Quantified Self Framework for Augmented Human». In *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: Technologies and Contexts*, a cura di Norbert Streitz e Shin'ichi Konomi, 188–201. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91131-1_15.
- FinanzaOnline. «Linkedin acquista lynda.com, leader nell'online learning, per 1,5 miliardi di dollari», 9 aprile 2015. <https://www.finanzaonline.com/notizie/linkedin-acquista-lyndacom-leader-nell-online-learning-15-miliardi-di-dollari-433301/>.
- lka.it. «The Town of Light». The Town of Light. Consultato 29 marzo 2022. <http://www.thetownoflight.com/>.
- Lombard, Matthew, e Matthew T. Jones. «Defining Presence». In *Immersed in Media: Telepresence Theory, Measurement & Technology*, a cura di Matthew Lombard, Frank Biocca, Jonathan Freeman, Wijnand IJsselsteijn, e Rachel J. Schaevitz, 13–34. Cham: Springer International Publishing, 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10190-3_2.
- «Lost Edinburgh: Calton Hill and the Invention of the Panorama». Consultato 16 marzo 2022. <https://www.scotsman.com/whats-on/arts-and-entertainment/lost-edinburgh-calton-hill-and-invention-panorama-1482780>.
- Ltd, EducationalAppStore. «Elements 4D Review». Educational App Store. Consultato 4 aprile 2022. <https://www.educationalappstore.com/app/elements-4d>.
- Maekawa, Azumi, Seito Matsubara, Sohei Wakisaka, Daisuke Uriu, Atsushi Hiyama, e Masahiko Inami. «Dynamic Motor Skill Synthesis with Human-Machine Mutual Actuation». In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on*

- Human Factors in Computing Systems*, 1–12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376705>.
- Marro, Enrico. «Fallimento Thomas Cook: perché i tour operator globali sono in crisi». *Il Sole 24 ORE*, 23 settembre 2019. <https://www.ilsole24ore.com/art/fallimento-thomas-cook-perche-tour-operator-globali-sono-criasi-ACIICIm>.
- Matarić, Maja J. «Socially assistive robotics: Human augmentation versus automation». *Science Robotics* 2, n. 4 (15 marzo 2017): eaam5410. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aam5410>.
- McGonigal, Jane. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Vintage, 2012.
- The AI Blog. «Microsoft's Vision for the Future of Productivity», 27 ottobre 2011. <https://blogs.microsoft.com/ai/microsofts-vision-for-the-future-of-productivity/>.
- Milmo, Dan, e Dan Milmo Global technology editor. «Enter the Metaverse: The Digital Future Mark Zuckerberg Is Steering Us Toward». *The Guardian*, 28 ottobre 2021, par. Technology. <https://www.theguardian.com/technology/2021/oct/28/facebook-mark-zuckerberg-meta-metaverse>.
- «MMA Case Study Hub | The XC90 Experience in Volvo Reality». Consultato 5 aprile 2022. https://www.mmaglobal.com/case-study-hub/case_studies/view/36698.
- Mueller, Florian Floyd, Pedro Lopes, Paul Strohmeier, Wendy Ju, Caitlyn Seim, Martin Weigel, Suranga Nanayakkara, et al. «Next Steps for Human-Computer Integration». In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–15. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376242>.
- Naughton, Liam, e Herbert Daly. «Augmented Humanity: Data, Privacy and Security». In *Cyber Defence in the Age of AI, Smart Societies and Augmented Humanity*, a cura di Hamid Jahankhani, Stefan Kendzierskyj, Nishan Chelvachandran, e Jaime Ibarra, 73–93. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Cham: Springer International Publishing, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35746-7_5.
- «New Mexico Humanities Council - Does digital storytelling have to follow Aristotle's story elements? Click below to listen to the first podcast in our NEW Augmented Humanity series with KUNM Radio-<https://podcasts.apple.com/us/podcast/augmented-humanity/id1470963233> <https://www.kunm.org/rss> Join our hosts Ellen and Craig as they speak with modern explorers working at the intersection of technology and the humanities. They help us to understand ourselves and the worlds we create in this digital age. | Facebook». Consultato 8 marzo 2022. <https://www.facebook.com/178928958840396/photos/a.188231604576798/2300177170048887/>.
- Ninja Theory. *Hellblade Development Diary 12: The Mind of Senua*, 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=zS6wHzwUDI4>.

- Kickstarter. «Oculus Rift: Step Into the Game». Consultato 29 marzo 2022. <https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>.
- Oertelt, Nadja, Adam Arabian, E. Christian Brugger, Michael Choros, Nita A. Farahany, Samantha Payne, e Will Rosellini. «Human by Design: An Ethical Framework for Human Augmentation». *IEEE Technology and Society Magazine* 36, n. 1 (marzo 2017): 32–36. <https://doi.org/10.1109/MTS.2017.2654286>.
- Open Bionics. «Open Bionics - Turning Disabilities into Superpowers». Consultato 20 aprile 2022. <https://openbionics.com/en/>.
- Ortiz-Catalan, Max, Nichlas Sander, Morten B. Kristoffersen, Bo Håkansson, e Rickard Brånemark. «Treatment of phantom limb pain (PLP) based on augmented reality and gaming controlled by myoelectric pattern recognition: a case study of a chronic PLP patient». *Frontiers in Neuroscience* 8 (25 febbraio 2014): 24. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00024>.
- Papagiannis, Helen. *Augmented Human: How Technology Is Shaping the New Reality*. O'Reilly Media, Inc., 2017.
- Park, Sebeom, Shokhrukh Bokijonov, e Yosoon Choi. «Review of Microsoft HoloLens Applications over the Past Five Years». *Applied Sciences* 11, n. 16 (gennaio 2021): 7259. <https://doi.org/10.3390/app11167259>.
- Picano, Antonio e Iacono, Saverio. «Esplorazione virtuale del Museo Dalì di Figueras (Spagna). Uno studio di caso sull'adattabilità di risorse di realtà virtuale nell'ambito della didattica della lingua spagnola e delle sue culture». In *Didamatica 2021*, 35a edizione:278–82. Palermo: AICA, ITD, 2021. <https://www.aicanet.it/documents/10776/3961221/Atti+Didamatica+2021/6aa944d5-62a4-4b91-8fb9-92357ba068e9>.
- Picariello, Umberto, Daniele Loiacono, Fabio Mosca, e Pier Luca Lanzi. «A Framework to Create Collaborative Games for Team Building using Procedural Content Generation». In *2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, 2365–72, 2020. <https://doi.org/10.1109/SSCI47803.2020.9308431>.
- mise.gov.it. «PNRR». Consultato 11 luglio 2022. <https://www.mise.gov.it/index.php/it/pnrr>.
- Pocket-lint. «Google Glass: A Brief History», 16 gennaio 2015. <https://www.pocket-lint.com/ar-vr/news/google/132399-google-glass-a-brief-history>.
- «Primo traduttore speech-to-speech». Consultato 18 febbraio 2022. <https://www.punto-informatico.it/primo-traduttore-speech-to-speech/>.
- «Progetto Ustica | IV Productions». Consultato 29 marzo 2022. <https://www.ivproductions.it/progetto-ustica/>.
- published, Kate Kozuch. «Apple Glasses: Everything We've Heard so Far». Tom's Guide, 21 aprile 2022. <https://www.tomsguide.com/news/apple-glasses>.
- Raisamo, Roope, Ismo Rakkolainen, Päivi Majaranta, Katri Salminen, Jussi Rantala, e Ahmed Farooq. «Human Augmentation: Past, Present and Future». *International Journal of Human-Computer Studies*, 50 years of the International Journal of Human-Computer Studies. Reflections on the past, present and future of human-centred technologies, 131 (1 novembre 2019): 131–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.05.008>.

- «Realtà aumentata». In *Wikipedia*, 21 aprile 2022. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Realt%C3%A0_aumentata&oldid=126922784.
- Unreal Engine. «Real-Time Round-up 2022: The Metaverse and Other Emerging Trends». Consultato 25 marzo 2022. <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/real-time-round-up-the-metaverse-and-emerging-2022-trends>.
- «Registro dei documenti della Commissione - SEC(2001)526». Consultato 28 aprile 2022. [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SEC\(2001\)526&lang=it](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SEC(2001)526&lang=it).
- Reigeluth, Charles M. *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*. Routledge, 2013.
- Rekimoto, Jun. «Internet of abilities: Human augmentation, and beyond (keynote)». In *2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, 1–1, 2017. <https://doi.org/10.1109/3DUI.2017.7893310>.
- Rheingold, Howard. *Virtual Reality*. Summit Books, 1991.
- Robertson, Adi. «Augmented Reality Headset Company Daqri Is Reportedly Shutting Down». *The Verge*, 13 settembre 2019. <https://www.theverge.com/2019/9/13/20864556/daqri-ar-headset-smart-glasses-startup-shutdown-asset-sale-layoffs>.
- Roettgers, Janko. «After Loan Default and Asset Transfer, The Void's Future Looks Uncertain». *Protocol*, 16 novembre 2020. <https://www.protocol.com/the-void-vr-startup-uncertainty>.
- «Scegli il tuo Cardboard – Google VR». Consultato 24 aprile 2022. https://arvr.google.com/intl/it_it/cardboard/get-cardboard/.
- Schmidt, Albrecht. «Augmenting Human Intellect and Amplifying Perception and Cognition». *IEEE Pervasive Computing* 16, n. 1 (gennaio 2017): 6–10. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.8>.
- Nikkei Asia. «Second Life Creator Sees Disaster in Facebook-like Metaverse». Consultato 23 marzo 2022. <https://asia.nikkei.com/Editor-s-Picks/Interview/Second-Life-creator-sees-disaster-in-Facebook-like-metaverse>.
- «Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. - PsycNET». Consultato 26 aprile 2022. <https://doi.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0003-066X.55.1.68>.
- SEPTEMBER 17, Justin Lafferty e 2015. «For Consumers, Microsoft's HoloLens Is Still About 5 Years Away». Consultato 23 aprile 2022. <https://www.adweek.com/performance-marketing/consumers-microsofts-hololens-still-about-5-years-away-166994/>.
- «Serious Game Classification : September 12th: a toy world (2003)». Consultato 29 marzo 2022. <https://serious.gameclassification.com/EN/games/734-September-12th-a-toy-world/index.html>.
- Sert, Olivier Percie du, Stéphane Potvin, Olivier Lipp, Laura Dellazizzo, Mélanie Laurelli, Richard Breton, Pierre Lalonde, et al. «Virtual Reality Therapy for Refractory Auditory Verbal Hallucinations in Schizophrenia: A Pilot Clinical Trial». *Schizophrenia Research* 197 (1 luglio 2018): 176–81. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.02.031>.
- USA TODAY. «Sexual Harassment in the Metaverse? Woman Alleges Rape in Virtual World». Consultato 19 aprile 2022.

- <https://www.usatoday.com/story/tech/2022/01/31/woman-allegedly-groped-metaverse/9278578002/>.
- «Smartglasses». In *Wikipedia*, 1 aprile 2022. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Smartglasses&oldid=1080496912>.
- Steuer, Jonathan. «Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence». *Journal of Communication* 42, n. 4 (1992): 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>.
- Strategy, Moor Insights and. «Location-Based VR: The Next Phase Of Immersive Entertainment». *Forbes*. Consultato 24 aprile 2022. <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2019/01/04/location-based-vr-the-next-phase-of-immersive-entertainment/>.
- Sutherland, Ivan E. «A head-mounted three dimensional display». In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, 757–64. AFIPS '68 (Fall, part I). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 1968. <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>.
- Takezawa, Toshiyuki, Tsuyoshi Morimoto, Yoshinori Sagisaka, Nick Campbell, Hitoshi Iida, Fumiaki Sugaya, Akio Yokoo, e Seiichi Yamamoto. «A Japanese-to-English Speech Translation System: ATR-MATRIX», s.d., 4.
- Tan, Debbita, Malini Ganapathy, e Manjet Kaur Mehar Singh. «Kahoot! It: Gamification in Higher Education». *Pertanika Journal of Social Science and Humanities* 26 (1 marzo 2018): 565–82.
- Tang, Tao, Atef M. Abuhmaid, Melad Olaimat, Dana M. Oudat, Maged Aldhaeabi, e Ebrahim Bamanger. «Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19». *Interactive Learning Environments* 0, n. 0 (13 settembre 2020): 1–12. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>.
- «tecnologia in Vocabolario - Treccani». Consultato 22 aprile 2022. <https://www.treccani.it/vocabolario/tecnologia>.
- The Hindu. «The Age of Augmented Humanity». 23 settembre 2016, par. Metroplus. <https://www.thehindu.com/features/metroplus/The-age-of-augmented-humanity/article14010133.ece>.
- The Best in Heritage. *TBIH2021 IMAGINES | Battle of Borodino Panorama*, 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=2d0sKpL06jo>.
- «The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning». Consultato 26 aprile 2022. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>.
- Meta. «The Facebook Company Is Now Meta», 28 ottobre 2021. <https://about.fb.com/news/2021/10/facebook-company-is-now-meta/>.
- SA Main Site. «The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality». Consultato 22 aprile 2022. <https://standards.ieee.org/industry-connections/ethics-extended-reality/>.
- Unreal Engine. «The Matrix Awakens: An Unreal Engine 5 Experience». Consultato 29 marzo 2022. <https://www.unrealengine.com/en-US/wakeup>.
- MIT Technology Review. «The Metaverse Has a Groping Problem Already». Consultato 19 aprile 2022. <https://www.technologyreview.com/2021/12/16/1042516/the-metaverse-has-a-groping-problem/>.
- The Drum. «The no-code revolution: how marketers can leverage AR tools in the metaverse». Consultato 25 marzo 2022.

- <https://www.thedrum.com/opinion/2022/02/10/the-no-code-revolution-how-marketers-can-leverage-ar-tools-the-metaverse>.
- The VOID. «The VOID | A Virtual Reality Experience». Consultato 24 aprile 2022. <https://www.thevoid.com>.
- «the-mobile-future-of-extended-reality-xr.pdf». Consultato 25 marzo 2022. <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/the-mobile-future-of-extended-reality-xr.pdf>.
- updated, Daniel Rubino last. «The Problem for a Consumer HoloLens Was Always the Lack of Windows Phone». Windows Central, 8 febbraio 2022. <https://www.windowscentral.com/problem-consumer-hololens-was-always-lack-windows-phone>.
- «Usare i sottotitoli in tempo reale nelle riunioni di Teams». Consultato 17 febbraio 2022. <https://support.microsoft.com/it-it/office/usare-i-sottotitoli-in-tempo-reale-nelle-riunioni-di-teams-4be2d304-f675-4b57-8347-cbd000a21260>.
- Vallarino, Mario, Saverio Iacono, Daniele Zolezzi, e Gianni V. Vercelli. «Online Peer Instruction on Moodle to Foster Students' Engagement at the Time of COVID-19 Pandemic». *IEEE Transactions on Education*, 2022, 1–10. <https://doi.org/10.1109/TE.2022.3158087>.
- Varannai, István, Peter Sasvari, e Anna Urbanovics. «The Use of Gamification in Higher Education: An Empirical Study». *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)* 8, n. 10 (31 novembre 2017). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2017.081001>.
- Vercelli, Gianni Viardo, Saverio Iacono, Mario Vallarino, e Daniele Zolezzi. «Puzzle Battle 2.0: A Revisited Serious Game in VR During Pandemic's Period». In *Games and Learning Alliance*, a cura di Francesca de Rosa, Iza Marfisi Schottman, Jannicke Baalsrud Hauge, Francesco Bellotti, Pierpaolo Dondio, e Margarida Romero, 252–57. Cham: Springer International Publishing, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92182-8_25.
- Vostars. «Vostars * Vostars». Consultato 4 aprile 2022. <https://www.vostars.eu/it/>.
- «VR Applications: 23 Industries Using Virtual Reality». Consultato 24 aprile 2022. <https://virtualspeech.com/blog/vr-applications>.
- «VTT Technology 339: The Industrial Track of EuroVR 2018», s.d., 54.
- Weiser, Mark. «The Computer for the 21st Century», s.d., 8.
- Werbach, Kevin, e Dan Hunter. *For the Win, Revised and Updated Edition: The Power of Gamification and Game Thinking in Business, Education, Government, and Social Impact*. Wharton School Press, 2020.
- Techopedia.com. «What Is Gorilla Arm? - Definition from Techopedia». Consultato 24 aprile 2022. <http://www.techopedia.com/definition/31480/gorilla-arm>.
- Wiggins, Bradley E. «An Overview and Study on the Use of Games, Simulations, and Gamification in Higher Education». *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)* 6, n. 1 (1 gennaio 2016): 18–29. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016010102>.
- Wilson, Antonia, e Antonia Wilson. «Thomas Cook Relaunches as Online Travel Agent». *The Guardian*, 16 settembre 2020, par. Travel. <https://www.theguardian.com/travel/2020/sep/16/thomas-cook-relaunches-as-online-travel-agent>.
- Woo, Woontack. «Augmented Human: Augmented Reality and Beyond». In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Multimedia Alternate*

- Realities*, 1. AltMM'18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. <https://doi.org/10.1145/3268998.3268999>.
- Brenda Romero. «Work». Consultato 28 marzo 2022. <http://brenda.games/work-1>.
- Yoh, Myeung-Sook. «The reality of virtual reality». In *Proceedings Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, 666–74, 2001. <https://doi.org/10.1109/VSMM.2001.969726>.
- Yoon, Hyoseok, Young Yim Doh, Mun Yong Yi, e Woontack Woo. «A Conceptual Framework for Augmented Smart Coach Based on Quantified Holistic Self». In *Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*, a cura di Norbert Streitz e Panos Markopoulos, 498–508. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2014. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07788-8_46.
- Zimbardo, Philip G. *L'effetto Lucifero: cattivi si diventa?* R. Cortina, 2008.