



**Politecnico  
di Torino**

Laurea Magistrale in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione

Integrazione delle tecnologie  
immersive nell'insegnamento della  
letteratura Italiana - Caso Studio  
La Divina Commedia VR:  
L'Inferno

**Relatore**

Prof.ssa Tatiana Mazali

**Candidato**

Gabriele Campanella

Anno Accademico 2021-2022

# Sommario

<b>1) INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2) VIDEO IMMERSIVI NELL'EDUCAZIONE: STATO DELL'ARTE .....</b>	<b>8</b>
2.1 IMMERSIONE E APPRENDIMENTO .....	8
2.1.1 <i>Cono di Apprendimento di Dale.....</i>	12
2.2 EDUCATIONAL VR NELLE SCUOLE SUPERIORI: CASI STUDIO .....	14
2.2.1 <i>Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology.....</i>	15
2.2.2 <i>A study of how immersion and interactivity drive VR learning, 2021.....</i>	17
2.2.3 <i>Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360- degree videos, 2019</i>	20
2.2.4 <i>The use of immersive 360° videos for foreign language learning: a study on usage and efficacy among high-school students.....</i>	22
2.3 PRINCIPI DI GAMIFICATION APPLICATI ALL'INSEGNAMENTO.....	23
2.4 LETTERATURA ITALIANA E VIDEO 360°: DUE MONDI COMPATIBILI? .....	26
<b>3) LA DIVINA COMMEDIA VR – L'INFERNO, LO STUDIO SUL VIDEO 360° DI ETT SOLUTIONS.....</b>	<b>29</b>
3.1 LA DIVINA COMMEDIA: PANORAMICA SULLA PRIMA CANTICA DI DANTE .....	29
3.1.1 <i>Esempi di rimediazione dell'opera .....</i>	32
3.2 L'INFERNO VR – ETT SOLUTIONS .....	34
3.2.1 <i>Obiettivi Aziendali: intervista al produttore Adele Magnelli e al dantista e sceneggiatore Alessandro Cavallaro.....</i>	35
3.2.2 <i>Canti scelti e tecnologie utilizzate, estetica del video .....</i>	36
3.2.3 <i>Versione 16:9, similarità e differenze .....</i>	40
3.3 CONSIDERAZIONI SULLE POTENZIALITÀ IMMERSIVE DELLA DIVINA COMMEDIA .....	41
<b>4) USER TEST – LICEO CLASSICO MASSIMO D'AZEGLIO DI TORINO .....</b>	<b>44</b>
4.1 NATURA E OBIETTIVI DEL TEST .....	44
4.1.1 <i>Informazioni demografiche e grado di familiarità con la tecnologia .....</i>	45
4.1.2 <i>Fattori cognitivi .....</i>	45
4.1.3 <i>Fattori nozionistici.....</i>	49
4.1.4 <i>Motion Sickness.....</i>	50
4.1.5 <i>Struttura del test .....</i>	51
4.2 IL CAMPIONE: LICEO CLASSICO MASSIMO D'AZEGLIO .....	53
4.3 SVOLGIMENTO DEL TEST E RISULTATI OTTENUTI .....	54
4.4 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI .....	66
<b>5) CONCLUSIONE.....</b>	<b>67</b>
5.1 SPUNTI PER STUDI FUTURI .....	69
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>71</b>
<b>RINGRAZIAMENTI .....</b>	<b>81</b>

# 1) INTRODUZIONE

“Nel mezzo del cammin di nostra vita  
mi ritrovai per una selva oscura,  
ché la diritta via era smarrita.”

È difficile trovare in letteratura un inizio di opera più iconico e conosciuto di questo. Oltre ad essere entrato nell'immaginario collettivo di ognuno di noi, c'è una importante caratteristica che in prima analisi emerge da questi tre versi. Il viaggio che Dante racconterà nei prossimi canti è un percorso spirituale personale causato dalla perdita della virtù. Tale disorientamento, ci suggerisce Dante, è tuttavia un episodio che accomuna ogni essere umano, come si evince dall'utilizzo del termine “nostra” e non “mia” al primo verso. Di conseguenza, fin dalle primissime battute dell'opera, Dante ci regala una seconda chiave di lettura del componimento: quella comunitaria. Il suo vuole essere un esempio, un riferimento per gli uomini tormentati dei giorni a venire che cercano di ritrovare la ragione attraverso un percorso che parte dalle parti più recondite di sé stessi. L'elemento contenutistico appena presentato causa una scelta senza precedenti nell'antologia dantesca: la Commedia viene scritta in volgare, nella lingua del popolo, così da poter essere compresa da tutti. Al poeta fiorentino verrà attribuita la capacità di dare forma a questo linguaggio da cui poi nascerà la lingua italiana. Questa è una delle caratteristiche che rende quest'opera di grandissimo rilievo nella letteratura italiana delle scuole superiori.

Sono diversi gli elementi che rendono l'insegnamento di quest'opera difficile da mutare. In primis, come visto, il testo è ritenuto sacro, sia nel linguaggio che nel contenuto. Ciò lo rende complicato da rimediare, modificare o da parafrasare. È anzi compito degli studenti svolgere questa prima tappa per una comprensione esaustiva del testo. Inoltre, poche sono le tecnologie moderne ritenute adeguate ad

## Introduzione

una fedele rappresentazione dell'universo narrativo dantesco. Il cinema, nonostante la struttura in tre atti che sta alla base della scrittura creativa filmica, assimilabile alle tre cantiche della Commedia, si basa su un andamento la cui climax viene raggiunta all'inizio del terzo atto, lasciando spazio finale per la risoluzione e la chiusura della narrazione circolare. Il testo dantesco, di contro, è una continua crescita fino al raggiungimento della figura onnipotente di Dio alla fine del Paradiso. La crescita non si riferisce solo alla letterale salita che Dante fa dalle profondità dell'Inferno fino ai cieli del Paradiso. L'evoluzione è soprattutto spirituale e, di conseguenza, linguistica. Più che l'opera in sé, quindi, nel cinema viene utilizzato l'immaginario Dantesco, ovvero il percorso che il protagonista deve attraversare per raggiungere uno stato di beatitudine partendo da una condizione di dannazione.

Un altro medium che si è provato ad applicare a Dante in contesto educativo è il videogioco o una qualsiasi tecnologia interattiva. La giovane età del target gaming, unita alla grande capacità dell'interazione di catturare l'attenzione dell'utente durante l'esperienza, sono solo due di una moltitudine di motivazioni che portano all'accostamento dei due universi. Come verrà mostrato in maniera più approfondita più avanti, il grande problema di quest'ultima tecnologia risiede nel porre lo user in una posizione di forte controllo sull'esperienza. Ciò potrebbe causare una parziale o mancata fruizione e comprensione di alcuni passaggi che vengono ritenuti essenziali per la completa comprensione di Dante in ambito educativo. Il testo e i versi, veri protagonisti del racconto, non solo racchiudono ambienti e personaggi, ma contengono all'interno degli scenari che riescono a formare morali allegoriche e didascaliche. Se l'autorialità narrativa viene tolta a Dante, tali sistemi vengono meno. Al momento la tecnologia che meglio riesce a rappresentare la correlazione tra spazio, testo e immagini nel campo educativo è il video 360, o video immersivo. Derivato dallo spettro della realtà virtuale, il video immersivo è un contenuto multimediale basato sulla fruizione di una esperienza lineare tramite visore. L'audio spazializzato e le tecniche cinematografiche riadattate a questa tecnologia guidano la narrazione e all'utente è permessa la navigazione all'interno dello spazio virtuale. Come ogni derivato della realtà virtuale, il video immersivo è ancora una tecnologia nuova, le cui grammatiche non sono ancora ben delineate. Se da un lato ciò

## Introduzione

consente alla giovane industria continue sperimentazioni e ricerche, dall'altro ci sono non pochi interrogativi ancora da risolvere. Nel particolare caso del mondo educational, l'esito delle ricerche sul video immersivo è estremamente vario. Ciò dipende essenzialmente da tre fattori: la materia, il supporto, il tipo di esperienza immersiva.

Come verrà analizzato nei prossimi paragrafi, il campo a cui la tecnologia è applicata viene considerato uno dei maggiori discriminanti di variabilità dei risultati nello stato dell'arte. Sono state fatte sperimentazioni che spaziano dalla storia alla chimica, e da quanto emerge ogni settore è caratterizzato da una efficacia diversa.

Un altro fattore determinante è il supporto utilizzato. Gli HMD, mezzo maggiormente utilizzato per la fruizione di video IVR, non sono ancora diffusi a sufficienza e hanno un costo che li rende poco competitivi su un mercato globale. Molto spesso quindi ci si appoggia ad hardware di qualità inferiore o a cardboard, le cui caratteristiche fisiche non permettono di sfruttare i video al massimo della loro risoluzione e campo visivo. L'avvento della serie Quest della Oculus rappresenta solo un primo passo verso il riconoscimento di uno standard di fruizione riconosciuto dall'industria intera. Infine, fattori legati alle scelte registiche 360° del video possono introdurre perturbazioni come la motion sickness, che intaccano la capacità dell'individuo di assorbire informazioni da un video in 360°, risultando quindi poco efficace.

Fatte queste premesse, è necessario fare delle dovute considerazioni. Le materie oggetto del seguente studio sono la letteratura italiana e la Divina Commedia di Dante. Al momento in cui questo testo è stato scritto, nessuno studio sulla tecnologia immersiva applicata alla letteratura italiana è presente in letteratura. Ciò non ci permette di affidarci ad un modello di studio provato empiricamente. Come verrà trattato successivamente, si sceglie di appoggiarsi al CAMIL, diagramma designato da Makransky e Petersen che valuta i fattori cognitivi di immersività e interazione separatamente, consentendo quindi di essere applicato a tutte le tecnologie dello spettro della realtà virtuale.

## Introduzione

Il supporto scelto e le considerazioni registiche sono entrambi legati ad un unico fattore, ovvero il video immersivo selezionato per lo studio. Viene scelto La Divina Commedia VR, progetto immersivo di ETT Consulting, azienda genovese che opera nel mondo delle tecnologie digitali.

Tale serie di video è stato oggetto del mio tirocinio svolto tra febbraio e giugno 2022. Durante la mia permanenza in azienda ho visto distribuire L'Inferno e ho partecipato alla realizzazione del secondo capitolo sul Purgatorio. L'Inferno VR è un progetto immersivo realizzato per essere fruito su Oculus Quest 2 che tratta i canti I, III, XII, XIII e XXXIV della Divina Commedia. Il voice over è costituito da versi estrapolati dal testo originale recitati da Francesco Pannofino, noto attore e doppiatore. Il video è stato distribuito a diversi eventi dedicati a Dante e la sua opera, come nel caso del Museo Casa di Dante nel dicembre del 2021. Per quanto riguarda la realizzazione del Purgatorio, ho avuto l'opportunità di approfondire tecniche di compositing fin dalle prime fasi di produzione sul set. La formazione è proprio iniziata sul set dai concetti di esposizione di un soggetto su green screen, per poi passare ad impostazioni di ripresa della macchina da presa. A differenza della prima cantica, il Purgatorio prevede una integrazione corposa di live action all'interno degli ambienti CG. Nella fase di postproduzione mi sono occupato di chroma key, rotoscoping e matte painting di alcune scene. Il lavoro di postproduzione è continuato con la realizzazione di alcune bozze di color grading per gli ambienti della montagna del Purgatorio, poi ripresi da colorist professionisti per il grading finale.

Entrambi i capitoli sono postprodotti per essere erogati in due modalità: 2D e 360°. Questa caratteristica consente al nostro studio non solo di valutare l'efficacia dell'immersività confrontando i risultati con quelli presenti in letteratura, ma anche di paragonare una tecnologia sperimentale con una già ampiamente utilizzata in contesto scolastico. Parte dello user test è realizzato in collaborazione con Marco Vacchetti, professore di letteratura italiana delle due classi del Liceo Classico Massimo D'Azeglio di Torino coinvolte nell'esperimento.

Lo user test presenta quattro sezioni: grado di familiarità con la tecnologia, fattori cognitivi, fattori nozionistici, motion sickness. La prima sezione è necessaria per

## Introduzione

comprendere le caratteristiche del campione a livello demografico e valutare il grado di confidenza con la realtà virtuale. Sono infatti diversi gli studi che mostrano come la mancanza di esperienza nei confronti della tecnologia possa intaccare le performance nel test. La seconda e la terza sezione sono fortemente correlate. Secondo quanto detto dalla comunità di ricerca in materia, ci sono delle variabili legate alle componenti emotive ed esperienziali di uno studente che possono condizionare la capacità dello stesso di apprendere. Tali fattori sono alcuni dei concetti base dell'immersività derivati dalla presenza, conosciuta come la percezione di essere nell'esperienza in quel preciso momento. A questi si affianca l'empatia, concetto fondamentale per l'identificazione dell'utente in Dante e, di conseguenza per possedere una interpretazione del testo in linea con quanto inteso dal poeta fiorentino. Una volta determinato il modello e le variabili che lo compongono, verrà valutata la correlazione tra fattori cognitivi e quelli nozionistici, ovvero i risultati di un quiz teorico sulle conoscenze presenti all'interno del video. L'ultima sezione è relativa alla motion-sickness, che se riscontrata, condiziona negativamente l'apprendimento. Tali risultati vengono infine utilizzati per valutare l'utilizzo del registro registico e la sua idoneità per il contesto scolastico.

Riassumendo, gli obiettivi che si propone questa tesi sono i seguenti:

- 1) Studiare le caratteristiche filmiche della Divina Commedia VR: L'Inferno e valutarne le potenzialità in campo educativo;
- 2) Verificare tramite user test l'efficacia delle tecnologie immersive nell'insegnamento della prima cantica dantesca, confrontando i risultati a quelli di una tecnologia più tradizionale: il video in 2D 16:9.

## 2) VIDEO IMMERSIVI NELL'EDUCAZIONE: STATO DELL'ARTE

### 2.1 Immersione e Apprendimento

All'interno dello spettro delle tecnologie immersive, diverse sono quelle utilizzate per l'insegnamento. Le due variabili che da sempre differenziano e classificano tali tecnologie sono immersione e interazione.

Secondo Bowman e McMahan, l'immersione può essere definita come “il livello oggettivo di fedeltà sensoriale fornita da un sistema VR” (Bowman & McMahan, 2007). È quindi la caratteristica che contribuisce alla sensazione di realtà, di presenza all'interno dell'ambiente virtuale e alla separazione e isolamento dall'ambiente reale. Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla fruizione di un contenuto VR, l'immersione dipende da aspetti tecnologici come il tipo di headset, la risoluzione e il field of view (Repetto, 2021) e dal grado di isolamento con l'esterno (Coelho, 2006). All'aumentare dei sensi coinvolti e al miglioramento della resa visuale, aumenterà la sensazione di immersione percepita dall'utente. 

Per questo motivo applicazioni VR basate su tecnologie come il CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) o HMD (Head Mounted Display) presentano un livello di immersione più alto rispetto ad altre come il Desktop-VR. (Meyer, 2019).

L'interazione nel campo educativo viene definita come "il grado di libertà che viene dato ad uno user durante una esperienza di apprendimento" (Makransky & Petersen, 2021). A differenza della prima proprietà, l'interazione non dipende da fattori tecnologici, ma anche da scelte di design dell'esperienza. Oltre ai supporti tattili necessari per interagire con il mondo virtuale, infatti, è necessario che ad un gesto o movimento dell'utente corrisponda una mutazione dell'ambiente virtuale o di una sua parte (Steuer, 1992).

Queste due variabili, se inserite su degli assi cartesiani, costituiscono una matrice che delinea una classificazione delle tecnologie di realtà virtuale.

Come mostrato nella Tabella 2.1 (Petersen, 2021) per definizione la Realtà Virtuale è una tecnologia ad alti livelli di interazione e di immersione. L'oggetto di questo studio è piuttosto il VR-Video o Video Immersivo, che prevede alti livelli di immersione e bassi (o nulli) di interazione.

**Level of interactivity and immersion for each condition.**

	<b>Interactivity</b>	<b>Immersion</b>
<b>Video</b>	<b>Low</b>	<b>Low</b>
<b>PC</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
<b>VR</b>	<b>High</b>	<b>High</b>
<b>VR-video</b>	<b>Low</b>	<b>High</b>

*Tabella 2.1*

La prima conseguenza in termini psicologici, percettivi e cognitivi dell'immersione è la presenza (Slater, 1997), intesa come "lo stato psicologico in cui oggetti virtuali, che siano para-autentici o artificiali sono percepiti come veri" (Lee, 2004). Nel caso di un sistema immersivo la sensazione di presenza viene garantita quando sono presenti queste due condizioni:

- 1) Lo scarto temporale tra movimento dell'utente e l'effetto sul sistema virtuale deve essere prossimo al real-time (Slater, 2009);

- 2) Le immagini renderizzate e l'audio relativo devono essere coerenti a ciò che viene rispettivamente visto e sentito (Slater, 2009). 

Anche se la sua definizione sia generata da aspetti tecnologici, il senso di presenza è una percezione soggettiva in cui l'utente, nonostante stia utilizzando uno strumento per accedervi, non percepisce il filtro tecnologico nella sua esperienza (Coelho, 2006). È quindi una definizione paragonabile al montaggio invisibile tipico del cinema classico, dove il taglio da una inquadratura all'altra era causato esclusivamente da fattori narrativi e non di significato. Allo stesso modo la presenza viene percepita nel momento in cui lo strumento che permette di accedere al mondo virtuale non viene più sentito. A supporto di quanto appena detto è possibile ritrovare un'esperienza assimilabile alla presenza leggendo un articolo di giornale su fatti di cronaca, o ascoltando al telefono la storia di un amico, attraverso elementi come immaginazione ed empatia (Slater, 1997). Vista la natura duplice che il termine presenza contiene, occorre fornire una ulteriore definizione di presenza: la inner presence. Definita da Coelho come la sensazione di poter agire all'interno del mondo virtuale, la inner presence è il processo di soppressione del mondo reale e della costruzione di un pattern di azioni basate su stimoli immediati, istintivi. Persa quindi la consapevolezza della realtà, la inner presence consiste nel ritrovare il proprio io e la propria coscienza nel mondo virtuale attraverso elementi già citati come interazione ed empatia.

Tale considerazione mette in luce la stretta correlazione dei principi base della realtà virtuale. Dove c'è immersione ci sarà sempre interazione, e viceversa.

Diversi sono gli effetti della presenza sull'apprendimento. È stato dimostrato che all'interno di sistemi di simulazione essa migliora le performance permettendo all'utente di creare spunti percettivi e mappe cognitive, ovvero strutture mentali necessarie ad un individuo per acquisire, memorizzare ed elaborare informazioni (Slater, 2009). Inoltre, se abbinata alla plausibilità, la presenza fa comportare l'utente come se la simulazione fosse reale, facendolo obbedire alle leggi fisiche del sistema (Slater, 2009). Ciò causa un miglioramento nell'apprendimento spaziale e nella memoria (Papadakis, 2011).

Un altro effetto di immersione e presenza che prova la correlazione con i processi cognitivi di apprendimento è la capacità di ricreare esperienze emotive autentiche. Mostrare tramite visore un albero che viene tagliato (Ahn, 2014) sensibilizza più di altri media sulla deforestazione, o una esperienza immersiva di un incidente stradale è dimostrato essere un modo efficace per formare giovani patentati ad un corretto comportamento stradale (Sheridan, 2016).

Considerando che una esperienza impattante da un punto di vista emotivo viene ricordata in maniera più vivida e dettagliata (Yonelinas, 2015), è possibile affermare che le tecnologie immersive possono avere effetti positivi nell'apprendimento.

Attraverso l'utilizzo di un HMD o di una Google Cardboard l'utente ha l'opportunità di esplorare un ambiente reale o computer-generated in prima persona. La percezione visuale di un contenuto digitale attraverso movimenti naturali genera la cosiddetta "embodied experience" (Serino & Repetto, 2018).

Secondo la teoria dell'Embodied Cognition, i processi cognitivi vengono definiti "embodied" ovvero vissuti, fisicamente assorbiti e percepiti come propri quando aspetti fisici e sensoriali dell'individuo accompagnano processi di elaborazione logico-sequenziali della mente (Wilson, 2019).

Come verrà discusso nei prossimi paragrafi, questo è uno dei principali motivi che rende le tecnologie immersive così interessanti nel campo dell'educazione. Grazie ad un video 360, studenti di scuole superiori potrebbero studiare la storia dell'Antica Grecia esplorandola in prima persona, vedendola coi propri occhi e vivendola con il proprio corpo. Oppure ancora, è possibile osservare a livello atomico i cambiamenti nella struttura di una molecola in seguito ad una reazione chimica durante un laboratorio. Per concludere, in una scuola che ha avuto la necessità di essere erogata a distanza per la pandemia, tecnologie immersive consentono di replicare in maniera quasi speculare l'ambiente scolastico. Analizziamo quali conseguenze comporta l'insegnamento tramite tecnologie immersive e quali parametri è necessario tenere in considerazione.

### 2.1.1 Cono di Apprendimento di Dale

Tra i diversi studi riguardanti i processi di apprendimento negli studenti, uno dei più rilevanti è il Cono dell'Esperienza definito da Edgar Dale negli anni '60. Secondo quanto detto dall'educatore statunitense, uno studente riesce ad assorbire più informazioni attraverso il “fare” piuttosto che con “l'ascoltare, il leggere, o osservare” (Anderson, 2012).

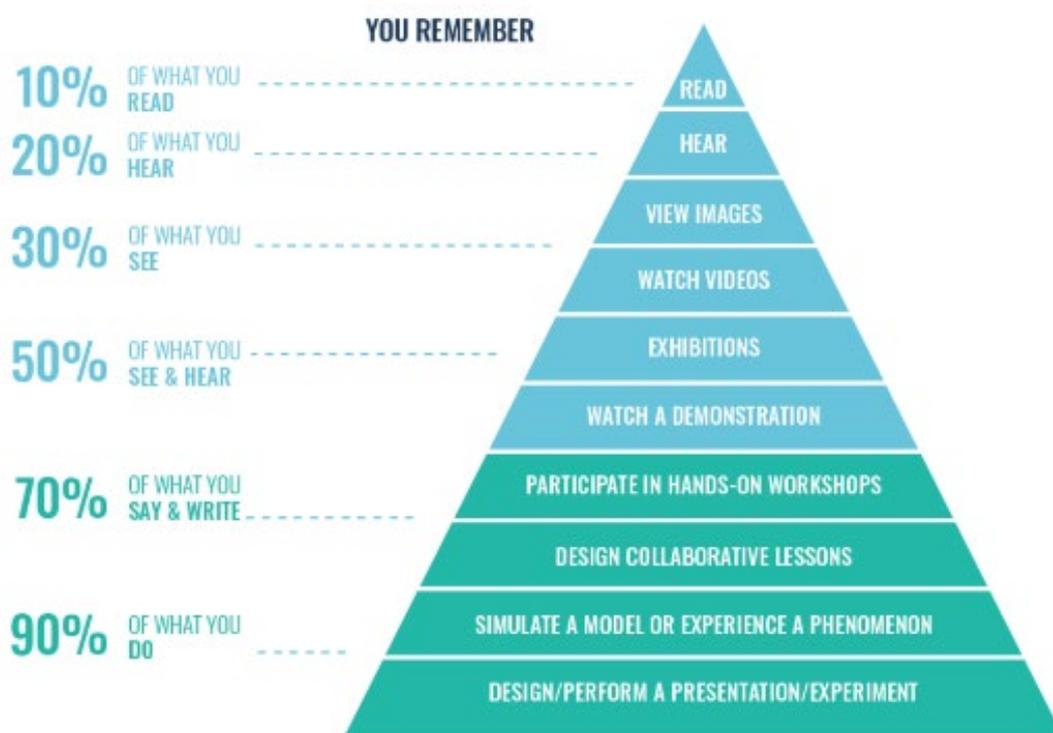


Figura 2.1

A differenza di quanto comunemente si pensa, Dale non sostiene che alcuni metodi di insegnamento come una simulazione di una esperienza o un esperimento siano migliori di altri metodi più tradizionali, come leggere un libro o ascoltare un professore parlare.

La vera innovazione dello studio di Dale risiede nello spostare il focus dell'apprendimento sull'esperienza dello studente e non sulle effettive competenze sviluppate. Quest'ultime, sostiene, variano in maniera troppo soggettiva e possono

dipendere da fattori su cui un insegnante non ha controllo. Al contrario, l'impatto di una esperienza e la sua efficacia dipendono strettamente dal suo grado di astrazione. Ad una esperienza meno astratta corrisponderà un coinvolgimento sensoriale maggiore (Baukal 2013). Ciò ha conseguenze sull'apprendimento non indifferenti. Allo studente viene data la possibilità di memorizzare non soltanto attraverso la vista o la lettura, ma anche attraverso altri sensi come l'udito o il tatto, rendendo l'esperienza di apprendimento più completa e il processo relativo di memorizzazione delle conoscenze multisensoriale.

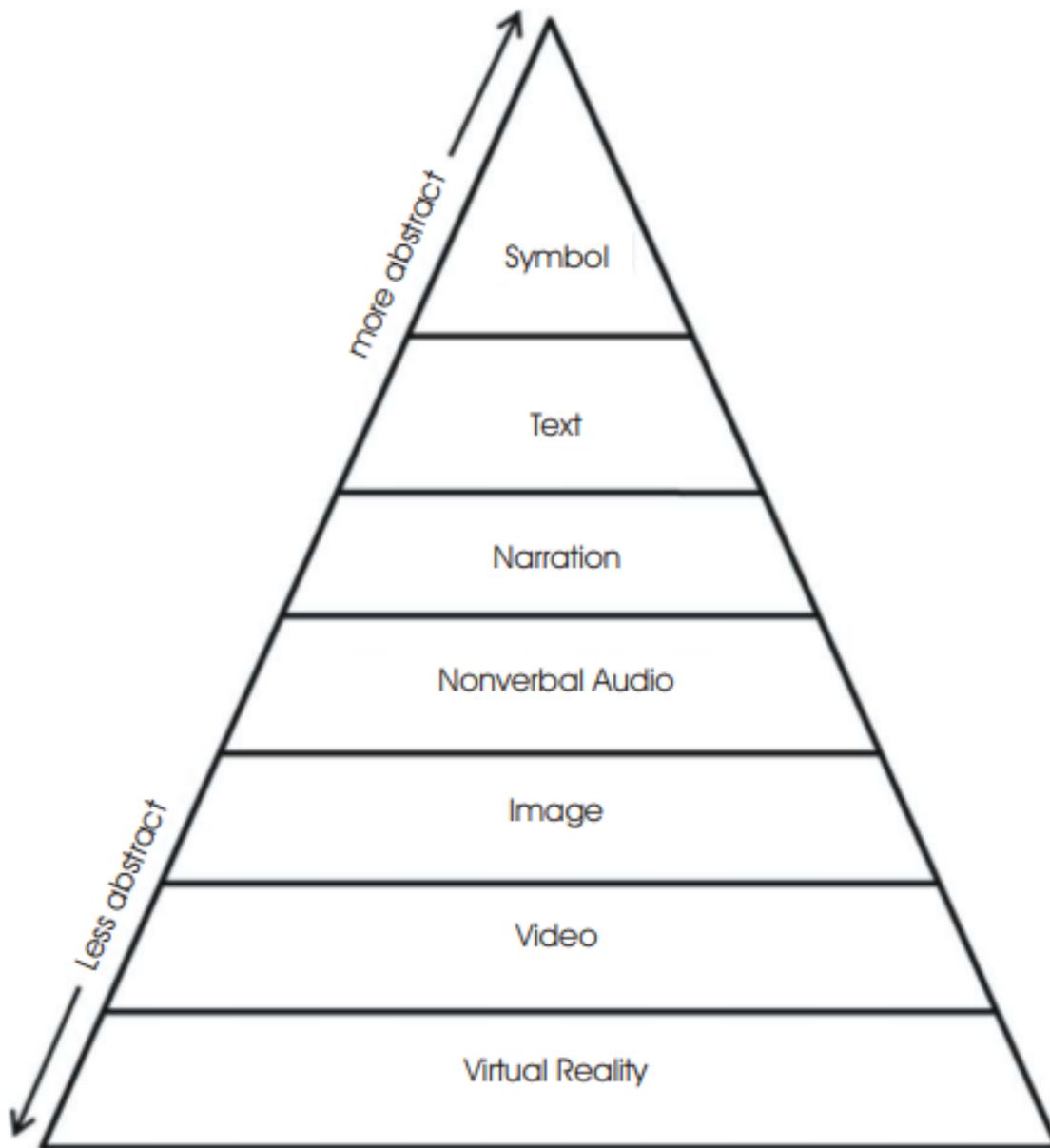


Figura 2.2

Nel 2012 è stata proposta da alcuni ricercatori una versione aggiornata del Cono dell'esperienza di Dale, includendo così nuove tecnologie sviluppate nei 50 anni passati tra le due ricerche. Mentre il VR si pone alla base della piramide, costituendo di fatto la più efficace e meno astratta delle tecnologie nel campo dell'educazione (Bakual 2013), il video immersivo si pone tra quest'ultimo livello e il video tradizionale. A tal proposito, uno studio del 2020 svolto da James Calvert e Rhodora Abadia, due ricercatori australiani, ha dimostrato le differenze in termini di apprendimento tra le due tecnologie. L'esperimento è stato svolto su una esperienza VR pensata per ricreare un viaggio d'istruzione sulla "Kododa Track", in Papua Nuova Guinea. Tale luogo è il setting di una importante campagna militare dell'esercito australiano contro quello nipponico durante la Seconda guerra mondiale. Il taglio narrativo che è stato dato all'esperienza ha permesso di erogarla sia in VR che in 360°. Secondo gli studi svolti, il VR ha maggiore effetto sia sul coinvolgimento che sull'apprendimento degli studenti (Calvert&Abadia, 2021).

Tali risultati, se da un lato provano quanto previsto nel nuovo modello di Cono di Dale del 2012, dall'altro sembrano stabilire anche che il video immersivo non è la tecnologia più efficace per l'apprendimento in campo educativo. Ciò detto, come verrà riportato nel prossimo paragrafo, i potenziali benefici della tecnologia immersiva non sono da escludere né da sottovalutare.

## 2.2 Educational VR nelle scuole superiori: casi studio

Da anni la comunità scientifica studia la correlazione tra tecnologie immersive e miglioramento delle capacità di apprendimento negli studenti. I parametri scelti per misurare tale correlazione e i risultati ottenuti variano non poco. La più grande discriminante secondo quanto analizzato è la materia o l'argomento del video immersivo. Pare infatti che ci sia un filo comune che caratterizza le ricerche che hanno avuto i risultati più incoraggianti in termini di conoscenze apprese.

In quest'ottica, l'apprendimento inteso come miglioramento del rendimento scolastico e aumento delle conoscenze assorbite, più che l'oggetto di studio rappresenta la conseguenza di altri fattori ben più legati all'immersive learning.

Fatta questa premessa, scomponiamo il processo di memorizzazione legato all'apprendimento in due parti, ovvero in  knowledge transfer e knowledge retention (Calvert&Abadia, 2021), in modo tale da poterli analizzare separatamente.

La prima, ovvero la transizione in termini nozionistici del sapere dall'insegnante all'alunno (Bhargava, 2018), è un processo dalle caratteristiche comunicative che rappresenta la trasmissione e la ricezione del messaggio. Essa dipende dai fattori cognitivi legati alla tecnologia immersiva che sono stati presentati nel precedente paragrafo.

La knowledge retention rappresenta il rendimento della ricezione del messaggio, ovvero quante delle informazioni trasmesse dall'insegnante vengono effettivamente ricevute, capite, memorizzate ed elaborate dallo studente (Barghava, 2018). Risulta essere quindi una variabile più relativa al sapere vero e proprio.

Come verrà riportato nei prossimi quattro paragrafi, ogni caso studio analizzato può essere ricondotto allo studio di una di queste due caratteristiche dell'apprendimento.

Questi 4 studi che hanno come tema principale il Video Immersivo nell'educazione, sono stati scelti per la loro eterogeneità. Essi, infatti, hanno obiettivi di ricerca, modelli di User test e uno svolgimento dell'esperimento sempre diversi tra di loro.

### 2.2.1 Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology

Il primo caso studio analizzato, già citato nel paragrafo 2.1.1, è una ricerca delle Università di Torrens e dell'Australia del Sud, titolata "Impact of immersing University and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology". Gli obiettivi di ricerca sono due:

- 1) Investigare l'impatto di una esperienza VR educativa su fattori emozionali che influenzano l'apprendimento;
- 2) Identificare se l'uso di una tecnologia VR migliora i fattori affettivi e cognitivi degli studenti rispetto ad un video 360°.

Il focus dell'esperienza immersiva, come già detto, è di tipo storico-narrativo; è stato somministrato a 49 studenti di scuola superiore compresi tra i 14 e i 17 anni, tutti con esperienza minima o nulla nell'utilizzo del VR. Il campione è stato diviso in due parti. Al gruppo di controllo è stato mostrato il video 360°, mentre al gruppo sperimentale quello in realtà virtuale.

I parametri studiati sono coinvolgimento, presenza ed empatia.

Tali parametri sono stati misurati seguendo dei modelli di riferimento standardizzati come il Igroup Presence Questionnaire (IPQ) (Shubert, Friedmann & Regenbrecht, 2001) e da test designati dagli stessi ricercatori statisticamente affidabili. Il test è proseguito somministrando un quiz di tipo nozionistico su quanto appena visto. Entrambi i gruppi di test hanno avuto riscontri positivi sulla comprensione delle condizioni dei soldati durante la campagna di Kodoka della Seconda guerra mondiale.

I risultati mostrano che i valori misurati di coinvolgimento, empatia e presenza sono sensibilmente più alti nella esperienza VR. L'esperienza interattiva è stata percepita come più vera. È possibile stabilire quindi che la knowledge transfer dell'esperienza VR risulta più alta di quella 360°. Per quanto riguarda i risultati del quiz, essi dimostrano che, in media, il gruppo sperimentale (VR) è andato leggermente meglio del gruppo di controllo (360°). L'ipotesi che stabiliva che ad un più alto coinvolgimento corrisponde un risultato migliore al quiz (ovvero ad una maggiore knowledge retention) è, di conseguenza, dimostrata.

Tale ricerca è stata riportata per diversi motivi. Innanzitutto, il confronto empirico tra le due tecnologie virtuali rappresenta una premessa necessaria per dimostrare possibili limiti del Video Immersivo. Detto ciò, i parametri presi in considerazione sono fattori standard, concetti base del VR. Ciò rende la ricerca un ottimo punto di partenza per un qualsiasi tipo di studio che vuole essere fatto sull'argomento.

D'altro canto, la troppa generalità costituisce un possibile limite della ricerca stessa. Circoscrivere lo studio a un aspetto più specifico della correlazione tra VR e apprendimento avrebbe reso la ricerca più caratterizzante, soprattutto perché, come vedremo, gli studi che la comunità scientifica sta svolgendo in questi ultimi anni sull'argomento sono tanti e sempre più specifici. Inoltre, un'altra interessante trattazione poteva essere l'aggiunzione di un secondo gruppo di controllo, costituito da un gruppo di studenti non sottoposti ad una esperienza VR o Immersiva, bensì ad una normale lezione frontale in classe sull'argomento. Ciò avrebbe permesso di analizzare in maniera specifica concetti legati esclusivamente all'immersività.

### 2.2.2 A study of how immersion and interactivity drive VR learning, 2021

Il secondo caso studio preso in considerazione è svolto nel 2021 nell'Università di Copenaghen da 3 ricercatori, Gustav Bøg Petersen, Giorgos Petkakis, Guido Makransky. Il titolo di tale ricerca è "A study of how immersion and interactivity drive VR learning".

Gli obiettivi dello studio sono due:

- 1) Il primo obiettivo è quello di investigare gli effetti principali di interazione e immersione sui fattori identificati all'interno del modello CAMIL, considerati i più rilevanti all'interno del macro-tema apprendimento in un ambiente virtuale;
- 2) Il secondo obiettivo di ricerca è di testare empiricamente il processo di apprendimento teorizzato dal modello CAMIL.

Tali obiettivi sono stati raggiunti attraverso un esperimento svolto all'interno del corso di psicologia dell'Università di Copenaghen, dove 153 studenti hanno partecipato ad una lezione in un museo virtuale su tre malattie di origine virale: COVID-19, Zika e morbillo.

La stessa esperienza è stata erogata in quattro diversi formati, a seconda del grado di immersione e interazione presente:

- Video 16:9 (bassa immersione, bassa interazione);

- PC-VR (bassa immersione, alta interazione);
- VR Video (alta immersione, bassa interazione);
- VR (alta immersione, alta interazione).

Il CAMIL è un modello che descrive il processo di apprendimento all'interno di una esperienza VR. Utilizza una visione costruttivista del processo educativo, in quanto pone al centro dell' modello l'interazione e l'immersione. Uno dei motivi che rende particolarmente rilevante questa ricerca è il fatto che queste due variabili vengono trattate singolarmente, permettendo quindi di misurare i fattori cognitivi e affettivi evidenziati nel CAMIL separatamente. Piuttosto che ad un processo di imitazione passiva, il modello prevede di dare enfasi ad un'attiva costruzione di conoscenza attraverso la trasformazione di schemi preesistenti nella memoria che vengono sovrascritti grazie alle possibilità di interazione con l'ambiente (Moshman, 1982). L'ipotesi su cui si fonda il CAMIL è quindi il pre-training (Makransky&Petersen, 2021), declinato come:

- 1) Una conoscenza pregressa dell'argomento di cui tratta il contenuto immersivo;
- 2) Una formazione relativa alla tecnologia immersiva.

Qui vengono riportati i fattori che si ipotizza possano avere influenza solo sull'immersione, nucleo principale di questo studio.

- Intrinsic Motivation: il partecipare ad una attività per interesse personale piuttosto che per ragioni esterne (Ryan & Deci, 2000);
- Situational Interest: l'attenzione e la reazione emotiva causata al momento da uno stimolo dell'ambiente (Hidi&Renninger, 2006);
- Embodied Learning: ciò che impariamo attraverso l'interazione tra il corpo e il mondo virtuale attorno a noi (Stolz, 2015, p. 483);
- Self-efficacy: La consapevolezza di uno studente nelle proprie capacità di raggiungere un determinato obiettivo (Bandura, 2006);
- Knowledge & Learning: parametri misurati attraverso un test su quanto visto e sentito durante l'esperienza.

Da quanto emerge dallo studio, l'immersione non sembra causare effetti rilevanti su Intrinsic Motivation e Self-Efficacy, mentre l'influenza positiva su Situational Interest e Embodied Learning è stata dimostrata.

Per quanto riguarda gli effetti sulle competenze assorbite dagli studenti, i risultati sono eloquenti. Gli studenti che hanno ottenuto i migliori punteggi nei quiz sulle nozioni acquisite appartengono al gruppo del video tradizionale, seguito dal gruppo VR, dal Video Immersivo e infine dal VR-PC. Ciò va in contrasto con quanto presentato finora sulla correlazione tra apprendimento e tecnologie immersive. Inoltre, quanto emerso sembra favorire le tecnologie immersive su quelle interattive nella knowledge retention.

Riconducendo questo studio ad i parametri cognitivi evidenziati in precedenza, anche qui i risultati sembrano essere peculiari. Per quanto riguarda i fattori legati alla knowledge transfer, ovvero Intrinsic Motivation, situational interest e embodied learning e Self efficacy, i risultati evidenziano che tali parametri sono più alti all'aumentare dell'interazione. Quasi linearmente, i fattori seguono questo andamento: valore più basso nel video 16:9, poi Video 360°, PC-VR e infine VR con i valori più alti.

In conclusione, questo studio dimostra che a livelli più bassi di knowledge transfer possono corrispondere valori maggiori di knowledge retention, di fatto separando il processo di apprendimento dall'acquisizione delle competenze.

La rilevanza dello studio è fornita dall'applicazione e dalla successiva standardizzazione del modello CAMIL e dal confronto tra quattro tecnologie applicate all'educazione. Due considerazioni vanno tuttavia fatte. Innanzitutto, il campione pare essere poco consono al tipo di video mostrato, in quanto il topic dell'esperienza non è centrale nel percorso di studi degli studenti universitari di psicologia. Un altro fattore che manca rispetto ad altri studi dai diversi risultati è la struttura narrativa dell'esperienza. Una passeggiata interattiva all'interno di un museo guidata da una voce narrante pare non essere un'esperienza sufficientemente immersiva per creare motivazione nello studente. La mancanza di una struttura narrativa coinvolgente basata su una storia come nel cinema, o di un goal come nel

gaming non permette di innescare processi di immedesimazione del personaggio o di motivazione personale che, come verrà dimostrato nei prossimi paragrafi, sono elementi alla base dei processi di apprendimento basati su tecnologie immersive.

### 2.2.3 Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360- degree videos, 2019

Il terzo caso studio analizzato appartiene ad un articolo scritto da due Università della Florida Centrale titolato “Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360- degree videos”. Tra i vari obiettivi di tale ricerca, quello più idoneo per quanto concerne questo studio è il primo, ovvero il test sull'efficacia del Video 360° in campo educativo, concentrandosi particolarmente sul tipo di supporto utilizzato, valutando presenza e motion sickness. Per quest'ultima, si intende una incompatibilità tra quello che viene percepito a livello sensoriale all'interno di una esperienza VR e il nostro sistema vestibolare che causa nausea (Lawson, 2014). È provato che tale sensazione diminuisce le qualità cognitive dell'essere umano (Lackner, 2014).

Viene infine ipotizzato che ad una tecnologia più immersiva tra quelle disponibili sul mercato nel 2019 corrisponda un apprezzamento maggiore del contenuto. Il focus dello studio è la presenza, analizzata tramite i modelli HSP (presenza spaziale), SUS (modello di Slater) e HPA (potenziale di azione). In questo caso il tema è stato un viaggio nello spazio, all'interno della International Space Station (ISS). Un percorso dai movimenti di macchina lenti ed essenziali per massimizzare l'immersione e minimizzare la motion sickness. Il campione è rappresentato 136 studenti dell'università che non avevano mai utilizzato alcun tipo di dispositivo VR. Il campione è stato suddiviso in quattro sottogruppi e ad ogni sottogruppo è stato assegnato una tecnologia dal grado immersivo diverso, ovvero:

- Telefono (simile al desktop-VR ma con schermo più piccolo);
- Google Cardboard (FOV limitato, media risoluzione);
- Oculus Rift DK2 (Ampio FOV, alta risoluzione, alto refresh rate);

- Oculus Rift CV1 (Massimo FOV, massima risoluzione, massimo refresh rate).

I risultati ottenuti dall'esperimento provano quanto ipotizzato. La tecnologia più immersiva (CV1) corrisponde a quella con un effetto più positivo sull'apprendimento e quella meno immersiva (Telefono) al risultato meno positivo. Tale andamento, tuttavia, non segue una curva lineare come ipotizzato. Ciò significa che altri parametri oltre la presenza regolano e influenzano i livelli di immersione di una esperienza, di fatto smentendo empiricamente la teoria di Claudia Repetto presentata nel capitolo introduttivo che vede l'immersione come conseguenza di un fattore esclusivamente tecnologico. I due aspetti, che si ipotizza contribuiscano al concetto di immersione, sono il design dell'esperienza e il contenuto del video.

Per design dell'esperienza si intende quell'insieme di scelte relative alla fotografia, alla regia e al montaggio audio e video che permettono di creare la cosiddetta sospensione dell'incredulità. Nella transizione all'universo immersivo, tale caratteristica legata principalmente al cinema è stata rielaborata nel concetto di *place illusion*, e viene definita come la volontà da parte dell'utente di credere che ciò di cui si sta avendo esperienza all'interno del mondo virtuale stia realmente accadendo (Rupp, 2019).

Per quanto riguarda il contenuto, una esperienza immersiva concepita per essere impiegata nel mondo dell'educazione deve essere una storia coinvolgente. Il processo di scrittura creativa che pone il conflitto, interiore o reale, al centro della costruzione di una storia consente di ottenere una percezione degli input dati dall'esperienza amplificata, proprio perché non solo contengono informazioni utili per l'apprendimento, ma portano anche avanti la narrazione.

Detto ciò, gli effetti della presenza sull'apprendimento sono incoraggianti sia sul CV1 che sul DK2. Quest'ultime secondo i test svolti sono anche le due tecnologie con la minor *motion sickness* percepita dall'utente.

Oltre a focalizzarsi unicamente sul VR-Video, questa ricerca offre una prova rilevante per l'utilizzo del corretto supporto per futuri test sul campo, introducendo una nuova variabile all'interno del complesso processo di apprendimento tramite tecnologia

immersiva: gli effetti sul corpo umano. Va analizzata quindi la grammatica cinematografica utilizzata affinché tale parametro possa rimanere all'interno di valori accettabili. In primis, va evidenziato il movimento di macchina principale, ovvero il dolly-in. Esso è un movimento a velocità costante effettuato su una linea retta. Oltre ad essere estremamente lento e ripetitivo, permettendo all'utente di adattarsi con facilità, rappresenta il movimento più coerente a livello fisico che un corpo può avere all'interno dello spazio. Come ci insegna la fisica, un corpo che non è soggetto a forze nello spazio o è fermo o si muove a velocità costante. Risultare credibili a livello fisico è uno dei parametri evidenziati da Slater nei suoi primi studi sulla realtà virtuale che aumenta i valori di presenza (Slater, 1992). L'altro elemento proveniente dal linguaggio cinematografico presente all'interno dell'esperienza si riferisce al montaggio, ed è la dissolvenza a nero, preferita alla dissolvenza incrociata o al taglio senza dissolvenza. Risulta infatti essere meno impattante rispetto a quella incrociata e meno brusco e crudo del taglio normale, rendendo il cambio scena più graduale e morbido.

#### 2.2.4 The use of immersive 360° videos for foreign language learning: a study on usage and efficacy among high-school students

Il quarto e ultimo caso studio analizzato appartiene ad una ricerca dell'Università Cattolica del Sacro Cuore intitolata "The use of immersive 360° videos for foreign language learning: a study on usage and efficacy among high-school students". Gli obiettivi di questa ricerca effettuata su 104 studenti di istituti tecnici di Alessandria e Milano sono 2:

- 1) Misurare l'efficacia della tecnologia 360° nell'insegnamento di una lingua straniera;
- 2) Studiare quanto una predisposizione positiva nei confronti della tecnologia possa influenzare l'apprendimento.

A differenza degli studi che sono stati analizzati finora, il test di tale ricerca è composto da più tappe che vengono distribuite in un segmento temporale di un mese. Gli studenti, dopo un primo test iniziale sulla conoscenza del vocabolario

inglese, sono stati sottoposti ad un mese di formazione sulla tecnologia. Il gruppo sperimentale attraverso lezioni fruite tramite visore 360°, il gruppo di controllo attraverso video 2D tradizionali. Alla fine del mese di formazione entrambi i gruppi sono stati sottoposti allo stesso test per misurare i miglioramenti fatti. Secondo quanto emerso, il gruppo sperimentale ha espanso il proprio vocabolario del 50% in più rispetto a quello di controllo. Coerentemente a quanto emerso, risulta che la curiosità verso la tecnologia degli studenti del gruppo sperimentale prepara in maniera più adeguata alla knowledge transfer.

Il diverso approccio al test presente all'interno di questo studio costituisce un fattore da non sottovalutare nell'analisi di esperimenti come questo.

L'esposizione prolungata e costante alla tecnologia pare essere un parametro fondamentale per l'integrazione delle tecnologie 360° nei processi di insegnamento. È anche doveroso segnalare che tale studio è stato effettuato su un insegnamento dal grande carico nozionistico, dove la memoria è il fattore più importante. I risultati sono quindi solo parzialmente apprezzabili ai fini di tale studio. Esso risulta rilevante perché ci dice come parametri legati alla tecnologia e alla predisposizione del campione possono influenzare il rendimento. Manca tuttavia la componente narrativa presente nelle esperienze immersive relative alla letteratura italiana.

### 2.3 Principi di Gamification applicati all'insegnamento

Se l'immersione si pone l'obiettivo di cambiare l'universo in cui l'insegnamento si svolge, la gamification è l'elemento che ne muta le modalità. Definito come l'utilizzo di dinamiche di gioco in contesti di non-gioco (Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011), è una pratica utilizzata in educazione che mira a migliorare il coinvolgimento e il rapporto con il materiale didattico (Denny, 2013; Landers & Callan, 2011). Tra tutte le dinamiche e le meccaniche di gioco, quelle maggiormente utilizzate nel mondo dell'educazione sono i sistemi a punteggio, i badges, le classifiche e i livelli (Lister 2015). Le classifiche a punti sono considerate fortemente motivanti e

influenzano positivamente il rendimento accademico (Christy & Fox, 2014). I badges hanno influenza sull'apprendimento in quanto forniscono uno status comunitario e implicano un livello di riconoscimento che è riscontrabile dalla comunità (Gibson, Ostashewski, Flintoff, Grant, & Knight, 2015). La terza dinamica, quella dei livelli, è particolarmente importante perché porta con sé in maniera intrinseca valori importanti nell'educazione come la competizione positiva, la mastery e la reputazione. (O'Donovan et al. 2013). Lo studio delle dinamiche legate alla gamification è particolarmente rilevante per lo studio in questione, perché molti degli aspetti cognitivi legati all'insegnamento tramite game sono comuni alle tecnologie immersive.

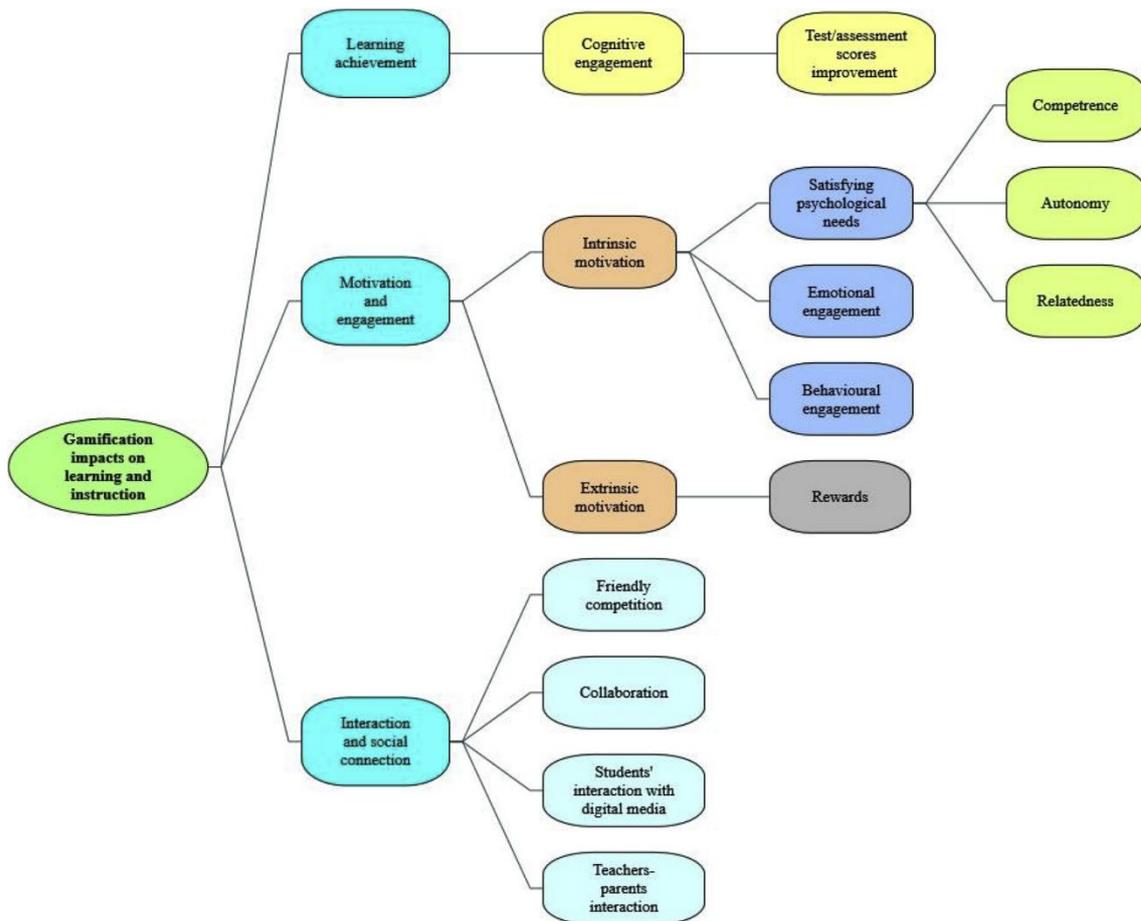


Tabella 1.1

Come emerge dalla mappa tematica (Zainuddin et al, 2020), i fattori motivazionali studiati sono gli stessi analizzati all'interno dei casi studio visti poc'anzi. A differenza della tecnologia immersiva, in chiave motivazionale la gamification aggiunge le ricompense e i premi per essere più esplicita e sociale (Gibson, Ostashewski, Flintoff, Grant, & Knight, 2015). Anche gli aspetti legati ai raggiungimenti accademici sono molto simili. Il coinvolgimento cognitivo suscitato dalle modalità d'insegnamento alternative e dalle componenti emotive dell'esperienza gamificata generano un miglioramento nel test o nel compito. L'unica componente che al momento distingue maggiormente i due approcci all'educazione è la componente sociale. Dominante e influente nella gamification, è purtroppo carente o assente all'interno delle tecnologie immersive. Al di là di qualche sperimentazione di Social VR (Dorta et al, 2016) e della tecnologia CAVE (Lebiedź Mazikowski, 2021). La fruizione di un contenuto 360° al momento è pensata per un solo utente alla volta. Ciò è principalmente causato da limiti fisici dei supporti, costruiti per creare la percezione di movimento e profondità tramite la visione stereoscopica di un solo utente (Lebiedź Mazikowski, 2021).

La sottocategoria della gamification che più si avvicina all'oggetto di studio è la game fiction, ovvero l'uso di una storia o di un mondo di finzione all'interno del sistema di gioco (Landers, 2014). Nel caso della game fiction, lo studente o la studentessa associano il processo di apprendimento all'identificazione di sé stessi in uno dei personaggi della storia (Garris et al., 2002) o nella storia stessa (Bedwell, Pavlas, Heyne, Lazzara, & Salas, 2012).

Secondo quanto teorizzato da Armstrong e Landers, i processi conoscitivi all'intero di un'esperienza game-based si dividono in conoscenza dichiarativa e conoscenza procedurale. (Armstrong & Landers, 2017). La prima è quella relativa ai fatti e alle cose. La conoscenza procedurale invece è relativa al sapere cosa fare e come fare. Proprio come nel caso delle applicazioni immersive in campo educativo, i due ricercatori sostengono che la componente dichiarativa della conoscenza dipende strettamente dal livello di preparazione degli studenti  topic.

Provata la forte correlazione tra la gamification e le tecnologie immersive, sia nelle ipotesi psicologiche che in quelle didattiche, vediamo un ultimo punto di contatto,

ovvero cosa rende più o meno efficace un gioco (o un video immersivo) nel processo di apprendimento. Anche in questo caso, la letteratura fornisce diversi esempi che suggeriscono conclusioni eterogenee. Alcuni provano miglioramento in termini di motivazioni, socializzazione e immaginazione, maggiore coinvolgimento emotivo e comportamentale (Aldemir et al 2018; Cakuroglu et al 2017). Altri ancora invece, evidenziano una stessa performance accademica e mancanza motivazione causata dalle dinamiche di gioco (Kyewski & Kramer 2018, Odzener 2017). Ciò che emerge da queste ricerche è che non tutte le modalità di gamification sono efficaci allo stesso modo, soprattutto al variare del contesto (Zainuddin, 2020). Di conseguenza, non tutti i video immersivi possono rientrare all'interno della categoria educational solo perché immersivi. Oltre alla rilevanza contenutistica, infatti, è necessario un design dell'esperienza che sia fatto per trasmettere informazioni e interagire attivamente con studenti di scuola superiore.

### 2.4 Letteratura italiana e video 360°: due mondi compatibili?

Come emerso dalla letteratura analizzata, l'utilizzo delle tecnologie 360° in campo educativo non dimostra in maniera univoca di essere il miglior modo di integrare immersione e insegnamento. È stato dimostrato che nel campo storico-narrativo il VR sembra essere più efficace del 360° attraverso misurazioni sulla presenza (Calvert & Abadia, 2021). Altre ricerche hanno mostrato, attraverso un confronto tra tecnologie, che la componente nozionistica dell'insegnamento viene trasmessa più efficacemente prediligendo tecnologie tradizionali 2D non immersive. Prima di proseguire con ulteriori analisi è quindi fondamentale elencare gli elementi certi.

Innanzitutto, l'impatto delle tecnologie immersive in campo educativo è maggiore nelle scuole superiori rispetto alle università (Coban, Bolat, Guskü, 2021). Ciò è da ricondurre principalmente a due fattori. Gli studenti di scuola superiore si concentrano direttamente sul contenuto senza dover fare sforzi cognitivi particolari per astrarre quanto visto, trasformando tali immagini in ambienti reali (Araiza-Alba,

2021). Inoltre, molte delle applicazioni VR su cui si basano questi studi sulle scuole superiori vertono su principi di gamification ed exploration, a differenza di quelli universitari. (Papanastasiou, 2018). Per tale motivo è stato deciso di continuare lo studio che questa tesi presenta rivolgendosi a classi di liceo.

Un altro grande nodo fondamentale da analizzare è l'efficacia del 360° rispetto alla materia o alla tematica presa in considerazione. Gli studi che hanno dato i risultati più incoraggianti sono quelli relativi all'ingegneria e all'architettura (Coban, Bolat, Gusku, 2021). Le tecnologie immersive sembrano essere più efficaci quando è presente una forma di interazione tra ambiente e informazione (Angulo & de Velasco, 2013; Babu et al., 2018), ovvero quando il video 360° si concentra su aspetti più astratti, concettuali e procedurali (Hamilton et al., 2021). I risultati meno incoraggianti si ottengono in campi come la chirurgia o l'odontoiatria, ovvero in campi dove la necessità di interfacce aptiche per la comprensione del mondo virtuale sono più ampie (Huber, 2018).

La letteratura italiana insegnata nelle scuole superiori non viene mai citata, né nei casi studio presentati né nelle analisi della letteratura che sono state fatte. Questo è principalmente da imputare alla grandissima eterogeneità che caratterizza la nostra letteratura, figlia della storia, della filosofia e delle arti classiche. Ciò causa grandi difficoltà nel mondo della ricerca, in quanto è complicato analizzare in maniera puntuale e isolata aspetti più nozionistici legati alla conoscenza, separandoli da quelli narrativi e storici. Oltre a ciò, l'insegnamento dell'italiano nelle scuole viene spesso associato a tecniche d'insegnamento tradizionali come la spiegazione fatta dal professore agli alunni, a volte con il supporto di alcuni testi scritti o di poesie, a seconda dell'autore. La sperimentazione pedagogica, proprio perché legata alle tecnologie dai supporti e dalle interfacce, viene associata a materie scientifiche.

Da questa panoramica sullo stato dell'arte delle tecnologie immersive è necessario trarre delle linee guida per lo svolgimento dell'oggetto di questo studio.

Innanzitutto, l'impegno di tecnologie 360° nelle scuole superiori punta ad integrare, non a sostituire, l'insegnamento tradizionale. Nessuna applicazione, VR o 360°, può ad oggi presentare in maniera soddisfacente la vastità di insegnamenti necessari alla

completa comprensione di un autore o di un periodo storico-letterario. Di conseguenza si propone un metodo di insegnamento composto da due sezioni. La prima è quella tradizionale, costituita dalla lezione frontale. Essa rappresenta un primo stadio di acquisizione delle conoscenze basato sul sapere. La seconda componente, l'esperienza immersiva, può avere il ruolo di coinvolgere emotivamente e sorprendere i sensi, unendo alla componente nozionistica quella narrativa, emozionale ed esperienziale.

### 3) LA DIVINA COMMEDIA VR – L'INFERNO, LO STUDIO SUL VIDEO 360° DI ETT SOLUTIONS

#### 3.1 La Divina Commedia: panoramica sulla prima cantica di Dante

La Commedia, l'opera maggiore realizzata da Dante Alighieri, narra il viaggio che, grazie all'intercessione di Beatrice, egli compie da vivo nei tre regni dell'oltremondo: Inferno, Purgatorio e Paradiso. Questo viaggio scaturisce da una perdita della morale che Dante subisce mentre si affaccia alla seconda metà della sua vita, rappresentato nel testo dalla Selva Oscura dei primi tre Canti dell'Inferno (Inturri, 2010). Lo scopo di questo cammino nel mondo dei morti è quello di vedere la condizione delle anime, affinché Dante stesso ne possa trarre un insegnamento morale per sé e per quelli che leggeranno ciò che lui scriverà una volta tornato nel mondo dei vivi (Inturri, 2010). La struttura scelta per il verso è l'endecasillabo, selezionato per la sua capacità di mettere in correlazione il tema e l'immagine con il suono e il movimento del verso (Treccani, L'Endecasillabo). La lingua usata è il volgare, ovvero quella parlata dal popolo del suo tempo. Dante la ritiene la lingua universale, quella che il bambino impara dalla balia (Dante, *De Vulgaris Eloquentia*), a differenza della *gramatica*, ovvero il latino. La Divina Commedia è suddivisa in tre cantiche. Il Purgatorio e il Paradiso contengono ciascuna 33 canti, l'Inferno 34. L'opera è quindi composta da un totale di cento canti. La Commedia viene definita

più volte un poema allegorico, (Lanapoppi, 1968) ovvero uno scritto in cui si cela un senso riposto e allusivo, diverso da quello che è il contenuto logico delle parole (Treccani, Allegoria).

Per quanto concerne la prima cantica, Dante si ispira ampiamente alla catabasi di Enea nel poema epico dell'Eneide, scritto da Virgilio (Inturri, 2010). È proprio Virgilio la guida spirituale di Dante nella prima parte del suo viaggio che lo guiderà fino alla fine del Purgatorio. Egli rappresenta la ragione, il lume che il poeta fiorentino ha perso cadendo nella via del peccato, grazie al quale riuscirà a superare gli ostacoli del regno ultraterreno (Servadei e Negro, 2015).

L'Inferno viene rappresentato come luogo di eterna sofferenza dove le anime che si ostinarono a peccare senza mai pentirsi vengono punite fino al giorno del giudizio. Quando tale giorno arriverà, la punizione non sarà solo dello spirito, ma anche della carne, del corpo. (Dante, Canto VI Inferno D.C.) Secondo quanto ci dice Dante, l'Inferno deve la sua origine al momento in cui Dio scagliò giù dai cieli Lucifero, il più bello fra gli angeli che gli si era ribellato. Ciò causò una profonda voragine a forma di cono con vertice al centro della Terra. Ai lati di tale cono ci sono i cerchi, ovvero enormi piani circolari in cui vengono riunite tutte le anime che hanno commesso lo stesso peccato. All'aumentare della gravità della colpa, aumenta la profondità del cerchio.

Il Primo Cerchio si chiama Limbo ed è il luogo ameno dove risiedono i giusti nati prima della rivelazione di Gesù Cristo e i bambini non battezzati.

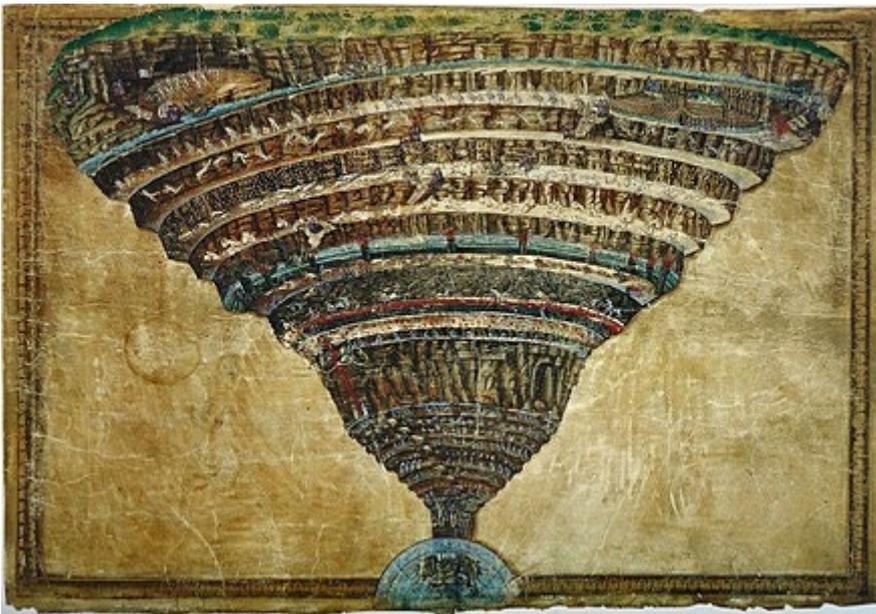
Dal Secondo al Quinto Cerchio vengono puniti coloro che peccarono di incontinenza, ovvero la mancata resistenza ai piaceri della carne o al cedimento ad i vizi. Qui si trovano i lussuriosi, i golosi, gli avari, i prodighi e gli iracundi.

Nel Sesto e Settimo Cerchio si trovano i peccatori di bestialità, ovvero i violenti e gli eretici.

Nell'Ottavo e Nono cerchio sono puniti i fraudolenti e i traditori, i peccatori di malizia. Quest'ultima viene definita come la volontà pienamente consapevole di compiere il male (Inturri, 2010).

Dante descrive le pene dei dannati seguendo la dottrina cristiana: “con quelle stesse cose per cui uno pecca, con esse è poi castigato” (Libro della Sapienza, 11:15-17). Conosciuta comunemente come legge del contrappasso, essa viene esplicita nell’universo dantesco in due modi: o per analogia o per contrasto. Nel caso del contrappasso per analogia, la pena esaspera i tormenti della colpa. Ne sono un esempio i lussuriosi, tormentati da una bufera infernale, come quella vissuta in vita causata dalla passione. Nel contrappasso per contrasto, invece, al dannato viene riproposto l’esatto opposto della colpa. Gli ignavi ad esempio, uomini senza ideale, sono costretti a rincorrere una bandiera.

L’Inferno viene attraversato per intero da un fiume. Esso cambia nome a seconda del cerchio in cui si trova. All’inizio viene chiamato Acheronte, corso d’acqua solcato da Caronte, il traghettatore delle anime. Successivamente in corrispondenza degli iracondi diventa una palude di acqua mista a fango, detta Stigia, dove i dannati sono intrappolati. Il suo ultimo nome è Flegetonte, fiume di sangue bollente dove i violenti verso il prossimo sono immersi. Esso, alla fine del suo percorso si trasforma in Cocito, lago ghiacciato dove vengono puniti i traditori.



*La voragine infernale, Sandro Botticelli – Figura 3.1*

### 3.1.1 Esempi di rimediazione dell'opera

Il componimento dantesco è tutt'oggi punto di riferimento per i media moderni. Il tema del viaggio agli inferi, fisico o metaforico che sia, viene ripreso nelle trame di blockbuster moderni che spaziano dall'animazione (Coco, Disney Pixar, 2017) al thriller moderno (La casa di Jack, Lars Von Trier, 2018). Il testo è apprezzato in tutto il mondo per la sua capacità di non solo descrivere, ma anche far sentire tramite i versi, cosa vuol dire viaggiare nell'oltretomba. (Powlesland, 2022).

In Italia l'influenza di Dante non manca, anzi. Il più celebre esempio recente è "Tutto Dante", uno spettacolo teatrale di Roberto Benigni in cui l'attore fiorentino legge, fa la parafrasi e commenta l'opera dantesca. Dal 2006 al 2013 lo show ha portato a teatro seicentomila spettatori in circa cinquanta date. Visto il successo, molti degli spettacoli sono stati filmati e inseriti nel palinsesto della RAI, raggiungendo la sorprendente cifra di 10 milioni di italiani (Signorelli, 2015). Nella versione televisiva alcune scelte registiche sono da sottolineare, in quanto mettono in risalto la struttura narrativa scelta che è stata così apprezzata dal pubblico. Tali scelte sono concepite per supportare il cambio graduale del tono che Benigni adotta durante la sua performance (Signorelli, 2015). L'inizio dello spettacolo, caratterizzato dai toni più comici e colloquiali propri di Benigni, sono girati con riprese molto larghe dall'alto, in modo tale da supportare i movimenti ampi e coinvolgenti dell'attore. Il finale, il cui tono è molto più solenne, racchiude la morale dello spettacolo. Benigni sceglie quindi di fermarsi e di rallentare il ritmo delle sue battute. La camera, di conseguenza, si avvicina e si abbassa, facendo entrare in gioco le espressioni facciali dell'attore. Nella versione televisiva Benigni riesce quindi a scavalcare i limiti linguistici dell'opera, parlando a tutti attraverso una comunicazione semplice e onesta. Tuttavia l'autorialità di Dante, elemento basilare per una fruizione di tipo educativo della sua opera, viene meno, in quanto sovrapposta a quella di Benigni: ben più estrosa, moderna e adatta all'ampio pubblico RAI.

L'esempio di rimediazione che risulta essere più rilevante per questo studio è tuttavia un videogioco. Nel 2010 La Visceral Games e la Electronic Arts rilasciano Dante's Inferno, gioco action-adventure hack-and-slash in terza persona. Dante, un soldato di ritorno dalla Terza Crociata del 1191, deve salvare Beatrice, assassinata durante la sua assenza, la cui anima è tenuta intrappolata da Lucifero nelle profondità dell'Inferno. Il gioco ha un successo non indifferente ed a oggi ha venduto più di 1 milione di copie (Metacritics, 2022). Nonostante il suo contenuto non sia fedele all'opera al 100%, molti dei personaggi più celebri come Pier delle Vigne, Cavalcante, Minosse e Cerbero sono presenti all'interno del videogioco. Secondo quanto dichiarato dal Game Designer Jonathan Knight "la maniera con cui siamo stati più fedeli al lavoro di Dante è mediante le location". Il game flow sembra essere il più grande nemico di questo gioco, che non permette la completa integrazione dell'opera di Dante nell'universo videoludico. Il genere combattimento impone puzzles e missioni brevi e in questo molti aspetti del viaggio originale di Dante vengono omessi, semplificati o alterati per rispondere alle esigenze di intrattenimento (Essary, 2019). In più l'obiettivo stesso del gioco, la salvezza di Beatrice, risulta essere in profondo contrasto con quello dell'opera originale, ovvero la redenzione dell'anima di Dante. Ciò rende il videogioco fondamentale incompatibile anche con la più ampia definizione di scopo della storia, rendendola inefficace in ambienti educativi. (Powlesland, 2022). Secondo quanto sostenuto da Katherine Powlesland, ricercatrice dell'Università di Cambridge, nonostante il gameplay stimoli l'illusione della presenza e dell'agency e ci renda partecipi della storia grazie ad embodied simulation, il gioco fallisce nell'integrare gli aspetti di linguaggio e di testo, impedendo il pieno raggiungimento della self-presence, ovvero l'illusione percettiva che "ciò che sta accadendo sta accadendo a me", aspetto più importante della presenza nel campo educativo. La Powlesland sostiene che tale caratteristica è raggiunta da Dante in due modi. Il primo è il continuo attacco e distacco dell'attenzione del lettore da ciò che i personaggi dell'Inferno stanno narrando. Una stratificazione di linee narrative appartenenti a spazi e tempi diversi genera, quindi, maggiore senso di sé all'interno della narrazione. Il secondo metodo è relativo alla struttura sintattica del poema. Secondo la Powlesland, il vasto sistema

di spazi, istanze, attimi ed ellissi temporali costanti nel testo consentono al lettore di costruire un modello mentale attivo di ricordo e di immaginazione. È quindi proprio il tempo che si prende il lettore per connettere questi immaginari che consente di raggiungere il seguente step di immersione e di presenza. Ciò si pone in rapporto antitetico alla struttura di un videogioco, in quanto un flow troppo lento aumenta la noia del videogiocatore che perde interesse nel gioco. Non sembra che ci sia quindi un errore nel modo in cui l'Inferno sia stato trasposto, ma piuttosto nella compatibilità delle due forme di narrazione.

Da questa analisi è necessario estrapolare alcune osservazioni su come l'Inferno è stato rimediato e su quali sembrano essere le caratteristiche che un contenuto deve avere per poter essere impiegato in campo educativo. Ciò che pare essere alla base di una corretta rimediazione sono il testo e il linguaggio dantesco, piuttosto che la rappresentazione di esso. Oltre quella testuale, è fondamentale la coerenza emotiva, generata dalla scelta delle tecniche filmiche e dalla struttura narrativa che gradualmente, non continuamente, cattura lo spettatore. Infine, più che il coinvolgimento generato da una mastery, l'elemento che risulta necessario è un alto livello di empatia, fattore determinante che sta alla base della self-presence (Cummings, 2016).

## 3.2 L'Inferno VR – ETT Solutions

La Divina Commedia: Inferno VR è un'opera immersiva lineare stereoscopica del 2021. Per ETT, azienda leader in Italia nel settore nell'experience design e nel digital transformation, questo è il primo prodotto immersivo proprietario, interamente autofinanziato e coprodotto con la West 46th Films. Il video di 7 minuti è in formato equirettangolare a 5.7k, l'audio è stereo.

### 3.2.1 Obiettivi Aziendali: intervista al produttore Adele Magnelli e al dantista e sceneggiatore Alessandro Cavallaro

Adele Magnelli, la project manager responsabile dello sviluppo del prodotto, descrive la scelta di autoprodursi come figlia della “consapevolezza delle competenze in campo 360° e capacità di creare contenuti con uno standard paragonabile a quello dello stato dell’arte.” Rispetto al workflow tradizionale dell’azienda, il processo produttivo è stato snellito. “La mancanza di un cliente esterno e la conseguente assenza di continui confronti su contenuti, velocizza di non poco” dice. Oltre a ciò, l’internalizzazione di figure letterarie e scientifiche ha consentito il coinvolgimento di un comitato di supervisione già dalle fasi primordiali del progetto, permettendo così di dare una direzione univoca comune a tutti i dipartimenti di produzione. L’obiettivo della Divina Commedia VR: L’Inferno è di risultare un prodotto culturale.

La preproduzione è stata caratterizzata da una fase di scouting per l’individuazione del corretto target. Riportando quanto detto dalla Magnelli, “L’industria VR sta seguendo un andamento contrario a quello del cinema. Abbiamo i film, ma manca il televisore. Il vero limite, in questo momento, è la distribuzione in grande scala dell’hardware”. Di conseguenza, i principali output di questo prodotto sono proiezioni in sala one-shot, eventi a tema, esperienze all’interno di mostre e le scuole. La distribuzione all’interno degli istituti dipende strettamente da due fattori: dal grado di apertura dei professori a nuove tecnologie e dalla possibilità economica da parte degli istituti ad acquistare i visori.

“La linea comune presa da ETT”, afferma il dantista nonché supervisore letterario e sceneggiatore Alessandro Cavallaro, “è realizzare una esperienza che avesse valore didattico e filologico, un’opera divulgativa legata all’essenza dell’opera”. I protagonisti diventano quindi Dante e la sua poesia, in cui i versi fanno da radice immutabile. Per rendere questo prodotto il più comprensibile e universale, la scelta dei canti e delle terzine è figlia di un compromesso tra fruibilità e fedeltà alla poesia. Alcuni canti, per quanto iconici o conosciuti, sono caratterizzati da una struttura

dialogica troppo dominante per non essere rappresentata, “e la tecnologia immersiva preferisce l'esplorazione e l'immersione al dialogo”, dice Cavallaro. Sono stati scelti versi che siano comprensibili ad un pubblico che non parla in versi. La ricostruzione degli ambienti e dei personaggi, si basa su testo, non sulle interpretazioni che nel tempo sono state fatte dell'opera. Tale scelta è da ricondurre al fatto che talvolta le descrizioni fatte da Dante sono volutamente brevi o ambigue, in modo da lasciare spazio interpretativo al lettore o in questo caso all'artista. Affidarsi alla tradizione iconografica dell'Inferno vuol dire quindi introdurre uno strato di incertezza che non è ritenuto accettabile per lo standard culturale che ETT si è preposto di raggiungere.

### 3.2.2 Canti scelti e tecnologie utilizzate, estetica del video

Il video può essere diviso in quattro sezioni: Selva oscura, Flegetonte, La selva dei suicidi e il Cocito.

Tra i quattro scelti da ETT, la Selva Oscura è lo spazio dov'è stato sperimentato di più. I canti I e III che introducono la narrazione della cantica vengono rappresentati con delle riprese live action che raffigurano un uomo camminare in un fitto bosco, sempre di spalle. Le lente carrellate affiancate alle riprese fisse danno la possibilità di apprezzare il senso di perdizione e di incertezza che attanaglia Dante in quel momento. La scelta delle riprese in soggettiva risulta essere particolarmente riuscita, in quanto precedono la grammatica che verrà poi utilizzata per tutto il resto della narrazione e suggeriscono allo user che quanto sta per vedere necessita di un approccio empatico, vicino all'autore.

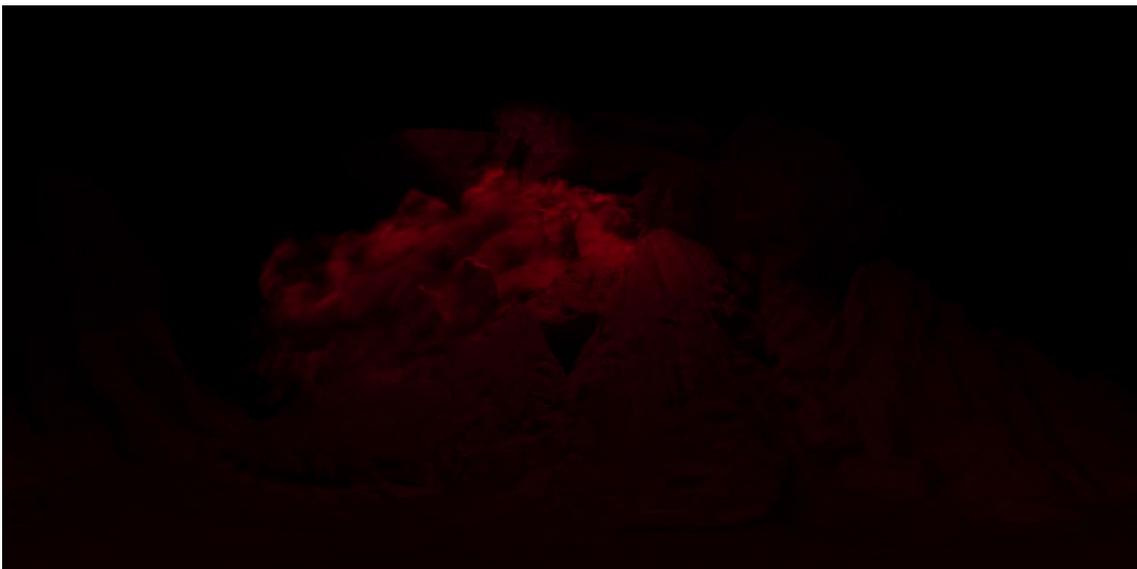


*Figura 3.2*

Fin dalla prima sezione è possibile notare un grande assente del viaggio dantesco: Virgilio. La mancanza di Virgilio, spiega Cavallaro, “è dettata da una scelta alla base di questa esperienza: il focus è sullo sguardo di Dante e sull’immedesimazione nel suo personaggio. Dante è l’unico protagonista come lo è colui o colei che indossa il visore. Inoltre, l’inserimento di un personaggio secondario che svolge azioni e interagisce con l’ambiente avrebbe potuto distrarre l’utente dalla linea narrativa principale del racconto, ovvero Dante e i suoi versi”.

La porta dell’Inferno viene rappresentata tramite compositing tra live action e CG. Questa scelta tecnica è presumibilmente da ricondurre al fatto che il luogo scelto non presentava una grotta che poteva essere utilizzata come Porta. Il punto macchina scelto è la soglia tra la selva e l’ingresso del canto. La camera orientata verso Dante ci lascia l’ingresso alle spalle, rappresentato come un nero che non si fa illuminare dalla poca luce proveniente dall’esterno. Un taglio a 180° ci porta sul controcampo di Dante che, dissolvendosi a nero, entra all’interno dell’Inferno. La transizione a nero è necessaria per due motivi. In primis, serve per rendere più morbido il passaggio tra due luoghi molto diversi tra di loro, caratterizzati a livello cromatico da palette totalmente diverse e da movimenti di macchina direzionati diversamente. Oltre ciò, tutte le scene girate all’interno della grotta infernale sono interamente fatte in CG. La dissolvenza ha quindi la funzione di favorire la sospensione dell’incredulità, dando tempo e spazio all’utente per accettare le differenze visuali dei due spazi. Il secondo

spazio, il Flegetonte, viene utilizzato per presentare gli spazi dell'Antinferno e del VII cerchio, quello dei violenti. Tramite dei dolly-in su un piano e in diagonale, l'utente ha la possibilità di entrare gradualmente all'interno dell'esperienza. Per quanto riguarda la parte narrata, vengono integrate sezioni di testo appartenenti al III e al XII Canto. Vengono messi in risalto le descrizioni spaziali e sensoriali che Dante percepisce. Le urla e l'ambiente senza luce lo fanno piangere. Anche in questo caso lo scenario emozionale in cui si trova l'utente è in linea con quanto provato da Dante nel segmento narrativo. Questo è sicuramente esasperato dai violini della colonna sonora e dalla scelta di posizionare l'utente all'inizio del cerchio. Quest'ultima scelta in particolare, se da un lato alimenta una sensazione claustrofobica, dall'altro fa perdere il senso di spazializzazione e di esplorazione che aveva caratterizzato la scena precedente, in quanto l'utente è portato ad orientarsi verso un campo visivo molto limitato, inferiore addirittura ai 180°.



*Figura 3.2*

Il passaggio alla selva dei suicidi è sempre preceduto da una dissolvenza a nero. Anche in questo caso le tecniche registiche usate sono il carrello in avanti e un movimento diagonale che unisce tilt, pan e una carrellata laterale. Gli incontri di questo XIII canto sono le Arpie e Pier delle Vigne. In entrambi i casi si pecca di fotorealismo: l'animazione della figura umana alata è abbastanza rigida e il volo risulta essere macchinoso. Allo stesso modo, il modello dell'albero di Pier delle Vigne, per quanto accurato e in linea con la descrizione dantesca, manca di credibilità, soprattutto nel

sistema del fluido. Il sangue, infatti, è grumoso e denso ma non rimane aderente al tronco dell'albero, non macchiandolo. Lo spazio viene sfruttato poco, ed è difficile ritrovare nelle immagini la selva senza sentiero di cui parla Dante in questo canto, poiché il movimento di macchina ci porta quasi naturalmente su un binario. Di conseguenza il campo di vista, per quanto esplorabile, non viene sfruttato a pieno. Ciò è anche causato dal fatto che entrambi i personaggi che ci vengono presentati nella narrazione appaiono davanti a noi.



*Figura 3.3*



*Figura 3.4*

L'ultimo spazio che compare nel canto XXXIV, il Cocito, viene descritto in letteratura come un fiume ghiacciato dove i traditori sono intrappolati. Esso viene introdotto da una carrellata in avanti molto simile alla prima che caratterizza il Flegetonte. Il sistema particellare della neve e un giusto sound design introducono alcuni nuovi elementi: la prevalenza cromatica è infatti fredda, e una nuova sensazione di pericolo viene anticipata dagli ottoni della colonna sonora. Il modello gigantesco di Lucifero appare, stavolta anticipato da una dissolvenza al bianco. Il punto macchina virtuale è in mezzo alle anime ghiacciate, e il movimento in avanti ci porta pericolosamente vicino alla figura a tre teste. Il modello è realizzato in maniera intelligente. Vengono infatti enfatizzati gli elementi del volto, come la bocca che divora Giuda o gli occhi rosso vivo che ci guardano. Il particellare del vento gelato, scaturito dal battito delle ali di Lucifero, contribuisce alla sensazione di paura che caratterizza quest'ultimo girone. Un elemento finora non visto presente in questa sezione è il taglio senza dissolvenze che ci permette di passare da una carrellata sull'asse verticale a una diagonale, sempre sul piano. Il taglio è brusco per definizione e viene percepito come tale dall'utente. È tuttavia ben sincronizzato al movimento del battito d'ali di Lucifero, azione della scena su cui si è concentrati. Il montaggio, quindi, segue i principi del taglio sul movimento classico del cinema 2D. Il video si conclude con una carrellata verso l'alto che rivela il cielo sereno, aperto. È la fine della narrazione relativa all'Inferno. Sarebbe stato interessante introdurre a livello narrativo una ciclicità relativa al mondo reale, tornando su quest'ultima inquadratura a riprese live action.

### 3.2.3 Versione 16:9, similarità e differenze

La versione 2D della Divina Commedia: L'Inferno è un prodotto parallelo alla versione 360°. Dal confronto tra le due opere emergono alcune differenze. Queste scelte sono da ricondurre alla maggiore malleabilità che la tecnologia 2D offre. Non essendo coinvolta la motion sickness, infatti, è possibile avvicinarsi maggiormente con la camera a soggetti o dettagli che gli scenari offrono. È questo il caso, ad esempio, dei dettagli sulle anime che bruciano nel Flegetonte, o dei piani stretti sulle

Arpie e su Lucifero. Emotivamente parlando, tali scelte di montaggio contribuiscono a rendere la fruizione più cinematografica e narrativamente accattivante, riducendo tuttavia la percezione di immersività e la sensazione di empatia che caratterizzano le carrellate lunghe della versione 360°. La sequenza della selva oscura ben esprime il disorientamento a cui è soggetto Dante attraverso riprese che variano la parallasse e tecniche fotografiche come il blocking per intrappolare il protagonista tra i rami degli alberi. È singolare la scelta di inserire un render equirettangolare nella sequenza della selva dei suicidi. Al contrario di quanto detto per la versione 360°, l'obiettivo di tale ripresa è di far percepire all'utente il grande spazio che lo circonda, con la conseguente sensazione di piccolezza e insignificanza. Questo, tuttavia, non risulta essere in linea con la matrice emotiva del Canto, più legata alla pena e allo sconforto della figura di Pier delle Vigne. Inoltre, la distorsione presente ai bordi dell'inquadratura confonde e disorienta l'utente dalla narrazione, soprattutto quando si taglia dalle riprese "tradizionali" sulle arpie alla carrellata equirettangolare sull'albero di Pier delle Vigne. Questa stessa tecnica viene utilizzata per rivelare la fine della cantica dell'Inferno. A livello produttivo, le due riprese evidenziate convengono molto, poiché il costo in termini di tempo e di risorse umane è minimo. Si ipotizza quindi che tali scelte siano state fatte principalmente per questo motivo. Gli elementi comuni ad entrambi i video sono il voice over, la colonna sonora e il sound design. Anche la durata del video è pressochè uguale.

### 3.3 Considerazioni sulle potenzialità immersive della Divina Commedia

Dai precedenti paragrafi emergono importanti considerazioni sulle condizioni che un prodotto mediale sull'Inferno deve rispettare per essere impiegato nel mondo dell'educazione. L'elemento che sembra essere la chiave di volta per gli studiosi è proprio il testo Dantesco e le sue interpretazioni implicite. I versi sono, secondo la Powlesland, lo strumento che riesce ad unire narrazione ad esplorazione e che permettono il raggiungimento della self-presence. Ciò è in perfetta coincidenza con la linea presa da ETT, presentata da Alessandro

Cavallaro. “Cerchiamo di diffondere Dante tramite la sua poesia e i suoi versi, non attraverso la sua interpretazione”, dice il dantista. Questa coerenza filologica, oltre a rendere il prodotto immersivo applicabile ad un contesto pedagogico, permette anche di raggiungere un'altra caratteristica fondamentale: l'affinità tra spazio e testo. La struttura allegorico-didascalica, come visto nello studio di Lanapoppi, è figlia dell'interazione tra spazio e versi che consente una interpretazione che va oltre il testo. L'Inferno VR, vista la matrice immersiva dell'opera, predilige proprio la narrazione spaziale, definita da Jenkins come storie che rispondono all'esplorazione più che allo sviluppo della trama (Jenkins, 2004). Secondo quest'ultimo, lo storytelling ambientale crea le condizioni per una narrazione immersiva che può evocare associazioni narrative preesistenti tali da embeddare informazioni all'interno della mis-en-scene. Tale considerazione sostiene fortemente la scelta di sottoporre tale studio a studenti di liceo che hanno già affrontato l'inferno dantesco in precedenza, attraverso un medium basato proprio sul concetto dell'esplorazione in senso narrativo.

Un'ulteriore considerazione va fatta sulla componente empatica dell'esperienza. Viste le premesse stabilite sul rapporto che Dante intende costruire con il lettore tramite i suoi versi, e considerata la forte radice empatica che la tecnologia immersiva ha, è possibile affermare che l'Inferno VR racchiude al suo interno anche questo fattore particolarmente caratterizzante. Ciò che rimane da provare non è tanto il livello di empatia dell'esperienza, ma piuttosto l'effettiva correlazione tra essa e apprendimento in campo scolastico che, come mostrato dalla letteratura, non è ancora provata in maniera univoca.

Infine, è bene discutere del concetto di interazione riferito al mondo della letteratura e in particolare all'opera Dantesca. Come mostrato in precedenza, l'interazione è fortemente correlata alla sensazione di flow che caratterizza un'esperienza interattiva come un videogioco. Ciò è, com'è stato dimostrato, nemico della struttura testuale dantesca, e di conseguenza inefficace.

Nonostante quindi quanto stabilito dal cono di Dale sul livello di astrazione del VR e quanto dimostrato all'interno dello studio di J. Calvert e A. Abadia, si considera la tecnologia immersiva la più rilevante ed efficace per lo studio in

questione. Secondo quanto detto dalla Magnelli, introdurre interazione in una esperienza VR su Dante comporta il rischio di smarrire l'utente e a frammentare l'esperienza. Considerato l'obiettivo culturale, è stato deciso di veicolare l'attenzione e guidare l'utente all'interno dell'esperienza in modo tale da dare il giusto peso narrativo ai passaggi che Dante affronta nel suo percorso.

# 4) USER TEST – LICEO CLASSICO MASSIMO D'AZEGLIO DI TORINO

## 4.1 Natura e obiettivi del test

Studiata la compatibilità teorica tra immersività e insegnamento nella cantica Dantesca, è arrivato il momento di tradurre in ipotesi e risultati quanto visto finora. Come emerso dai precedenti capitoli, l'obiettivo di questo studio è quello di valutare la possibile integrazione, non la sostituzione, delle tecnologie immersive nel mondo della letteratura italiana. La metodologia scelta per effettuare tale studio è quello di uno user test all'interno delle scuole secondarie di secondo grado. Tale scelta è in linea con le metodologie viste finora in letteratura, nei casi studio, e con le dovute premesse costituisce il metodo empirico più alla portata. Si propongono di seguito delle caratteristiche su cui questo studio dovrà vertere per essere considerato statisticamente affidabile.

Il requisito principale è la conoscenza da parte del campione della materia in questione. Come sottolineato più volte, l'aspetto nozionistico costituisce di fatto il primo tassello su cui costruire una interpretazione più emozionale ed esperienziale del video 360° sull'inferno dantesco, consentendo così allo studente di creare nuove mappe cognitive alternative. La formazione degli studenti rispetto alla prima cantica è quindi richiesta ed essenziale. Per questo motivo la ricerca si rivolge principalmente a studenti e studentesse appartenenti al terzo o al quarto anno di liceo. Nel caso dei primi citati, l'insegnamento dell'Inferno dantesco è relativo all'anno stesso. I ragazzi di quarto, avendo visto gli argomenti oggetto dello studio l'anno precedente, posseggono tutte le nozioni necessarie allo svolgimento dell'esperimento fin dall'inizio dell'anno scolastico.

Vista la natura sperimentale e innovativa della tesi, e vista la mancanza di riferimenti accademici degni di nota, sarà necessario spezzare il campione dello user test in due sottogruppi, in modo tale da avere un gruppo di controllo legato ad un approccio alla didattica più tradizionale e un gruppo sperimentale a cui verrà assegnata invece la fruizione del video immersivo presentato al capitolo 2. A tal proposito *La Divina Commedia VR: L'inferno* risulta essere particolarmente in linea con ciò, in quanto il medesimo prodotto viene erogato sia in formato 360° che in formato 2D 16:9. Assegnando il primo al gruppo sperimentale e il secondo al gruppo di controllo, sarà possibile effettuare una duplice lettura ai risultati del test. Se da un lato verrà valutato il contributo della tecnologia ai processi di apprendimento, studiando i risultati sulle conoscenze del test, dall'altro sarà anche possibile fare una comparazione sul livello di efficacia delle due tecnologie coinvolte.

#### 4.1.1 Informazioni demografiche e grado di familiarità con la tecnologia

Il primo fattore da tenere in considerazione è la familiarità che la classe ha con la tecnologia immersiva. È provato infatti che un utente che è abituato a fare uso di un visore VR impara in media di più rispetto a un utente che si trova per la prima volta all'interno di una esperienza immersiva. (Repetto, Di Natale, 2021). Un contributo a questa tesi viene dato dalla correlazione tra esperienza accumulata nel 360° e diminuzione della motion sickness (Gianaros, 2001). Chi ha più padronanza del visore, prova meno nausea durante l'esperienza, minimizzando così i rischi di influenze negative sull'apprendimento.

#### 4.1.2 Fattori cognitivi

La prima sezione dello user test farà riferimento ai fattori cognitivi.

Il modello CAMIL teorizzato da Makrasnksy e Petersen costituisce un'ottima reference da seguire. Tra tutti i modelli utilizzati nell'universo dell'Immersive VR, è infatti l'unico che teorizza una distinzione tra gli effetti dell'immersione e dell'interazione, risultando così estendibile sia ad applicazioni di realtà virtuale

interattive, che a video immersivi come *La Divina Commedia: L’Inferno*. I due ricercatori hanno poi utilizzato tale modello nel loro studio sulle differenze tra VR e Video Immersivo, provando l’accuratezza del CAMIL e proponendo dei rapporti di correlazione tra alcuni fattori cognitivi emersi dai dati raccolti nella loro ricerca.

Considerate le premesse fatte al capitolo 2 e riferendoci a livello teorico allo studio Calvert & Abadia (1.1.1), si propone di integrare l’empatia come fattore che influenza l’apprendimento. Non essendo provato empiricamente, si sceglie di tenere questo indipendente dagli altri fattori. Viene riportata una tabella del modello CAMIL modificato come descritto.

FATTORI COGNITIVI VIDEO 360

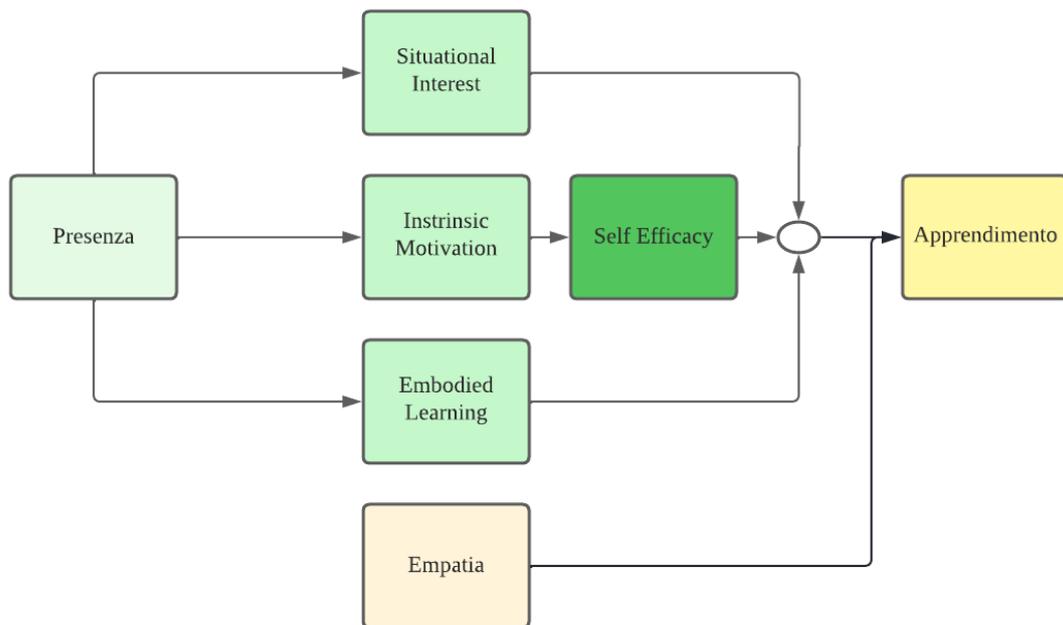


Tabella 4.1

Viene fatta un'analisi di ogni fattore di seguito.

- Presenza:

Viene utilizzato uno standard introdotto da Makransky nel 2017 per la misura di tale valore in un test. All'interno del suo studio sulle tecnologie VR nell'educazione, il ricercatore valutò la presenza come uno dei parametri chiave che regolano positivamente motivazione e approfondimento nello studente (Makransky et al. 2017);

- Empatia:

Vista la stretta correlazione tra essa e i personaggi del video 360°, non sono presenti modelli utilizzabili nella letteratura analizzata. Ispirandosi a quanto fatto da Calvert e Abadia nel loro studio, si procede proponendo di collaborare con il professore della classe test nel design di tre domande sull'empatia relativa all'esperienza; 

- Intrinsic Motivation:

Come teorizzato da Makransky e Petersen nel 2019, tale parametro è necessario per valutare la predisposizione cognitiva dello studente all'apprendimento tramite tecnologie immersive (Makransky e Petersen, 2019). Viene sottolineato all'interno del loro studio come a valori alti di presenza corrispondano alti valori di motivazione e divertimento, quindi maggiore apprendimento (Makransky e Lilleholt, 2018). Secondo quanto emerge dal loro studio, l'Intrinsic Motivation è causata dai valori di presenza relativi all'esperienza e influenza direttamente la self efficacy. All'interno della loro ricerca viene offerto un modello che verrà riadattato al tema di questo studio;

- Self-efficacy:

La self-efficacy, direttamente collegata al fattore motivazionale, è una componente molto importante per la sua associazione con gli aspetti accademici in uno studente. È infatti provato essere uno dei migliori predittori del rendimento. (Meyer, 2019; Richardson, Abraham, Bond, 2019) Esperienze immersive e interattive computer-based come giochi o simulazioni aumentano questo fattore fino al 20% (Sitzmann, 2011);

- Situational Interest:

Nello studio fatto da F. Knogler nel 2015, il situational interest viene identificato come uno dei fattori che maggiormente lega l'utente all'ambiente e agli input che quest'ultimo trasmette. In particolare, in questo studio viene fornita una prova sulla correlazione tra interesse dell'utente e i processi di memorizzazione. Ciò che aumenta l'interesse in maniera sufficiente in un breve periodo di tempo, viene ricordato meglio e più a lungo (Knogler, 2015);

- Embodied Learning:

L'ultimo fattore cognitivo analizzato all'interno dello user test riguarda le conseguenze che gli input motori dell'utente hanno sui processi di apprendimento. È considerato uno dei più importanti perché enfatizza il ruolo dell'corpo nel come l'essere umano impara e lo collega ai processi cognitivi e affettivi (Stoltz, 2015) Nel caso della tecnologia analizzata, tali input sono quelli rotazionali e giroscopici causati dal movimento e dall'orientamento del visore nello spazio. (Skulmosky, Rey 2018);

Quanto descritto finora appartiene principalmente alla tecnologia 360°. Nonostante molte di queste variabili possano essere associate anche al video tradizionale, delle considerazioni vanno comunque fatte. Su tutte, quella che risulta meno appropriata per uno studio dei fattori cognitivi dei video 2D è l'embodied learning. Proprio

perché legata al movimento, si considera superfluo il suo effetto sul video tradizionale. Si riporta quindi lo schema dei fattori cognitivi dei video 2D.

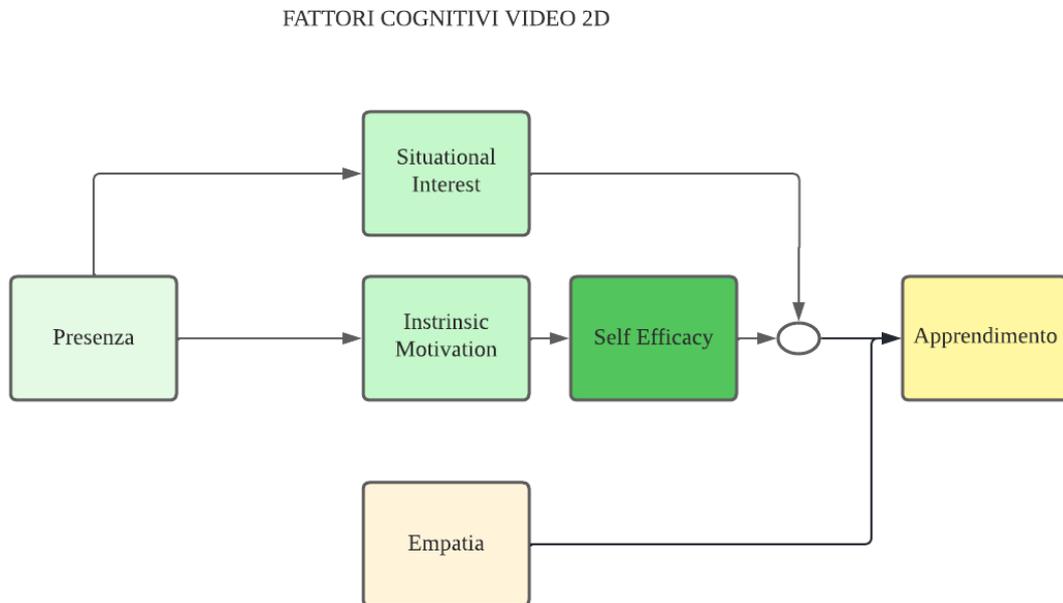


Tabella 4.2

### 4.1.3 Fattori nozionistici

Il design di questa sezione del test viene fatta insieme al Professor Vacchetti, docente di letteratura italiana del Liceo Classico Massimo D’Azeglio di Torino. L’approccio scelto risulta essere funzionale agli obiettivi di questo studio. È infatti una scelta del docente quella di testare i ragazzi su qualità e conoscenze tipiche di una interrogazione sull’argomento, come la parafrasi o la spiegazione di figure retoriche presenti nei canti scelti, utilizzando però l’espedito visuale dei due video per associare i contenuti studiati ad una raffigurazione fisica riferita al testo. Far emergere domande su comprensione testo tramite immagini, o interpretare a livello didascalico-allegorico la variazione degli spazi all’interno dell’esperienza, sono i temi principali su cui vertono le domande presenti all’interno di questa sezione del quiz. In questo modo la comprensione del testo è necessaria, in quanto parte dell’aspetto

contenutistico dell'opera; tuttavia, l'interpretazione e la successiva elaborazione a livello cognitivo di quanto conosciuto è legata all'esperienza in sé per sé. Quindi ad esempio, il significato attribuito alla figura di Pier delle Vigne non è soltanto dato dalla conoscenza dello studente del canto, bensì dalla rielaborazione della conoscenza di Pier della Vigna visto per la prima volta all'interno del video. O ancora, la descrizione in Volgare che viene fatta di Lucifero è sia ricavata dal testo che dal modello 3D relativo, assegnando quindi alla parola "Vipistrello" (Dante, *Inferno Canto XXXIV Verso 49*) un significato duplice, relativo non solo alla parola ma anche alla forma. Tale scelta risulta essere in continuità con la mancanza di un secondo gruppo di controllo che non ha accesso a nessuno dei due contenuti multimediali. Ciò avrebbe imposto una oggettivizzazione del test relativo al testo e non al video.

#### 4.1.4 Motion Sickness

Come evidenziato dai casi studio analizzati, un altro fattore determinante per comprendere l'efficacia di una esperienza 360° è valutare il livello di motion sickness percepito dall'utente. Studi hanno indicato che avere nausea diminuisce il rendimento su task che necessitano attenzione continua (Valk, Munnoch & Bos, 206) e che la motion sickness compromette la memoria a breve termine (Dahlman, Jjörs, Lindström, Ledin, & Falkmer, 2009). Essa dipende esclusivamente dal video 360° scelto e dalle scelte registiche fatte al suo interno. (Rupp, 2018). Per misurare tale fattore si decide di utilizzare uno standard presentato da Peter. J Gianaros nel suo studio sulle diverse dimensioni della motion sickness all'interno del Motion Sickness Assesment Questionnaire. Esso può essere di natura gastrointestinale, centrale, periferica e relativa al sonno. Si procede quindi scegliendo di inserire una domanda per dimensione, così da poter studiare, qualora si presentasse, il tipo di motion sickness presente. Le 4 domande selezionate sono:

C) Durante il test, mi sono sentit\* svenire;

P) Durante il test, ho sudato;

G) Durante il test, ho avuto senso di nausea;

S) Durante il test, ho sbadigliato/ ho avuto sonno.

Essendo la motion sickness una variabile intrinseca del video immersivo, e considerata l’assenza di informazioni sulla correlazione tra motion sickness e video 2D nella letteratura, si decide di sottoporre questa sezione del test solo alla parte di campione che svolgerà l’esperienza immersiva.

#### 4.1.5 Struttura del test

Fatte le dovute premesse teoriche, si procede esponendo la struttura scelta per lo svolgimento del test. Esso viene diviso in due sezioni.

La prima sezione è relativa al tipo di esperienza avuta. Chi avrà visto il video immersivo svolgerà un test relativo ai contenuti visti, composto dalle 4 sezioni (demografica, nozionistica, cognitiva, motion sickness). La sezione relativa ai fattori cognitivi seguirà il modello esposto nella Tabella 4.1. Questi test verranno confrontati coi corrispettivi risultati del video tradizionale sulle sezioni sovrapponibili, ovvero la sezione nozionistica e parte di quella cognitiva. La prima presenta una struttura da quiz tradizionale a risposta chiusa: posta la domanda lo studente ha la possibilità di scegliere tra quattro opzioni. I fattori cognitivi, demografici e la motion sickness vengono misurati invece attraverso una scala lineare che va da 1 a 5 in cui il tester può scegliere quanto è d’accordo con l’affermazione fatta.

L’embodied learning e la motion sickness, fattori esclusivi del video 360°, verranno confrontati con i risultati offerti da studi simili presenti in letteratura e verranno fatte delle considerazioni sul valore assoluto ottenuto. In questo modo, è possibile testare il livello di efficacia delle due tecnologie in campo educativo, misurandone i risultati sia a livello locale attraverso il confronto diretto, sia a livello generale con l’utilizzo di standard legati ad altri studi.

Per approfondire ulteriormente i cambiamenti in termine di percezione tra le due esperienze, si propone di aggiungere un'ulteriore sezione. Un secondo test, fatto dopo aver svolto il primo e dopo aver visto l'esperienza complementare a quella provata in precedenza. Scelti 3-5 studenti appartenenti ai due gruppi, si procede intervistando il nuovo campione, sottoponendolo a domande aperte relative alle differenze tra i due video in termini di sensazioni provate e di intensità delle emozioni percepite. Tale sezione permette di approfondire gli obiettivi del test da una prospettiva più discorsiva, adottando un metodo di analisi tematica con approccio induttivo e semantico (Braun&Clarke, 2006). Così facendo il campione ha la possibilità di esprimersi liberamente in un confronto diretto ed esplicito tra le due tecnologie scelte, definendo solo in fase di analisi i temi e codici relativi alle interviste. La dimensione del campione è figlia del tempo limitato a disposizione per lo svolgimento del test. Risulta comunque essere affidabile statisticamente in quanto tali ricerche, essendo soggettive per definizione, non tendono all'affermazione di una tesi e sono open-ended, ovvero al test è permesso di spaziare liberamente sull'argomento che viene presentato nella domanda (Surhbi, 2018) (Braun&Clarke, 2006).

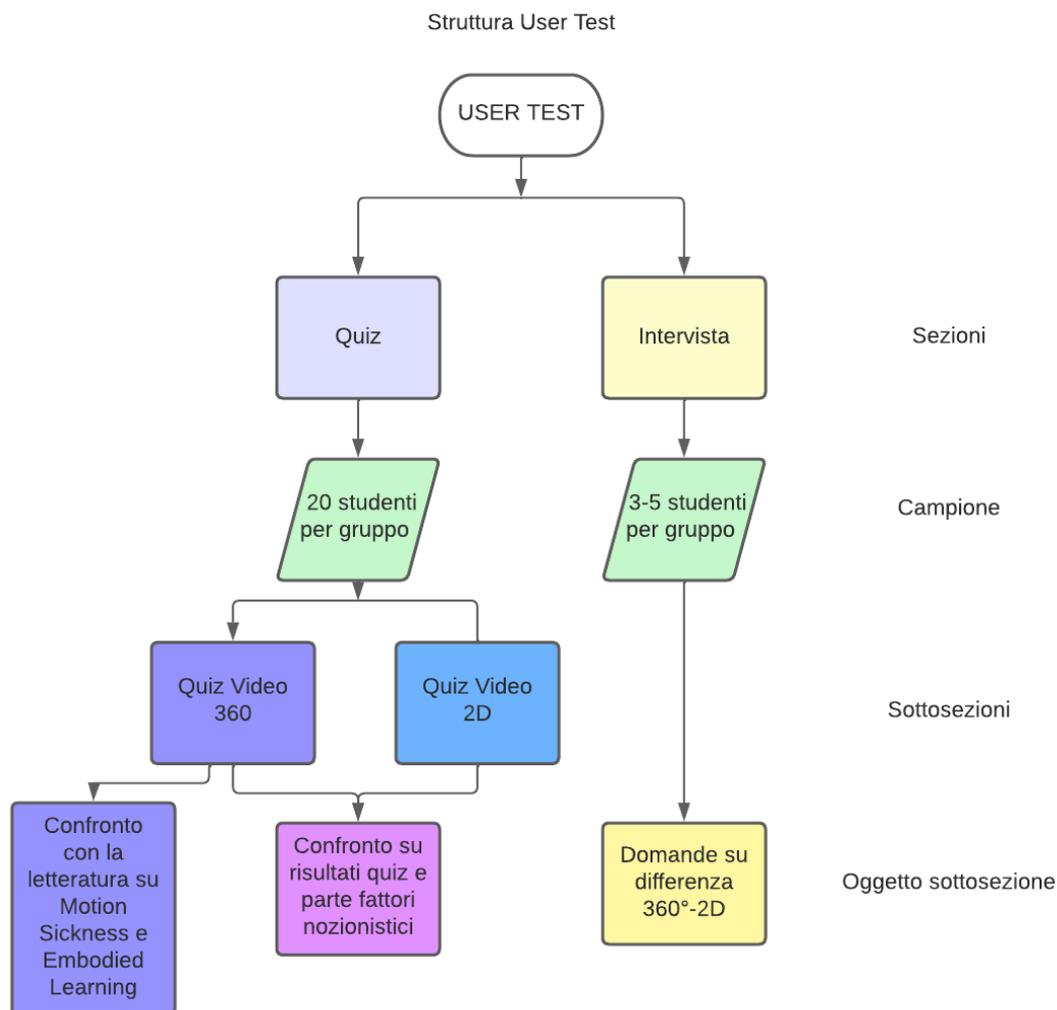


Tabella 4.3

## 4.2 Il campione: Liceo Classico Massimo D’Azeglio

Il campione di riferimento dello user test è formato da due quarti anni del liceo classico Massimo D’Azeglio di Torino. L’insegnamento della letteratura italiana e della Divina Commedia all’interno delle due classi è affidato a Marco Vacchetti. Ciò è particolarmente vantaggioso perché diminuisce la variabilità statistica legata alle differenze nel metodo di insegnamento che professori diversi potrebbe introdurre. L’Inferno della Divina Commedia è stato studiato alla fine dell’anno accademico scorso. A differenza del tipico approccio, il Professor Vacchetti preferisce affrontare l’opera dantesca per intero in un momento preciso, non distribuendola quindi

durante tutto l'anno scolastico. Anche questo aspetto legato all'insegnamento risulta positivo, poiché la classe ha studiato l'inferno di Dante come ultimo argomento prima delle vacanze estive. Il momento migliore quindi per sottoporre il campione al test è costituito dalle prime settimane di scuola tra settembre e ottobre.

È stata valutata l'introduzione di un terzo sottogruppo, ovvero un secondo gruppo di controllo che non fa uso né del video immersivo né della versione 2D, in modo tale da andare ad analizzare in maniera approfondita le conseguenze sulla didattica del 360° a confronto col metodo tradizionale. Purtroppo, il numero degli studenti coinvolti all'interno dell'esperienza non permette l'introduzione di questo ulteriore gruppo in quanto una ulteriore sottosezione intaccherebbe l'affidabilità statistica.

### 4.3 Svolgimento del test e risultati ottenuti

Il test ha avuto luogo il 5 ottobre negli spazi del Massimo d'Azeglio.

Il visore scelto è l'Oculus Quest 2, che offre i migliori standard di fruizione come mostrato nello studio di Rupp. Le due sezioni coinvolte, la sezione H e la sezione B, il giorno del test erano presenti in 34, 4 in meno del previsto visti gli assenti.

L'esperimento è stato svolto durante quattro ore curricolari del Prof. Vacchetti. Le prime due ore sono state svolte all'interno della sezione H, le rimanenti due nella B. Entrambe le sezioni sono state divise in due gruppi. Nella sezione H, 8 alunni hanno preso parte alla sezione VR e 7 a quella 2D, mentre nella sezione B, rispettivamente, da 10 e 8. Il campione totale del gruppo sperimentale ammonta quindi a 18 individui, quello di controllo a 16. Divisi in due spazi separati, i gruppi hanno svolto la parte dell'esperimento a loro assegnata. Nello spazio riservato all'esperienza VR, è stato possibile mostrare il video ad un massimo di cinque studenti per volta.



Figura 4.1



Una volta conclusa l'esperienza immersiva ogni studente è stato portato singolarmente in un terzo spazio dove ha svolto il test. Concluso quello, è regolarmente tornato in aula. All'interno dello spazio di fruizione 2D, gli studenti hanno visto e ascoltato il video direttamente dal loro posto e hanno svolto il test subito dopo. Durante la seconda metà del periodo a disposizione invece, è stato possibile svolgere la seconda parte dell'esperimento composta dall'esperienza complementare a quella iniziale e dalla successiva intervista di confronto tra le due tecnologie.



Figura 4.2

Durante quest’ultima sezione il Prof. Vacchetti ha lasciato l’aula e ha permesso ai ragazzi coinvolti di confrontarsi in maniera a detta sua “più franca e diretta” con me. L’analisi tematica è durata circa 20 minuti a sezione.

Il primo elemento da analizzare è il grado di familiarità del campione complessivo costituito dai due sottogruppi. Trai 34 soggetti analizzati, solo 1 possiede un visore e il 90% circa del totale ritiene di avere un grado di familiarità con la tecnologia immersiva inferiore al valore medio.



Figura 4.3

Per il 44% del campione questa è stata la prima esperienza con un visore. Per il restante 56% che ha provato almeno una volta, i principali contesti di utilizzo sono: svago e divertimento e videogiochi.

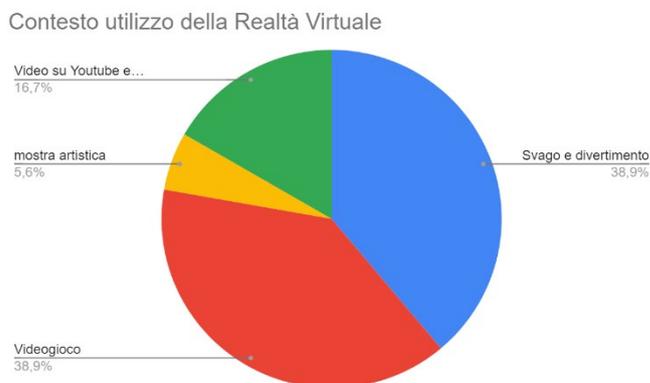


Figura 4.4

La seconda sezione da analizzare è quella relativa ai fattori cognitivi.

	Gruppo 2D		Gruppo 360°	
	Media	SD	Media	SD
Presenza	2,29	1,14	3,98	0,97
Empatia	2,46	1,24	3,5	1,13
Intrinsic Motivation	4,13	0,92	4,3	0,79
Self Efficacy	3,38	1,06	3,72	0,92
Situational Interest	4,14	0,83	4,82	0,39
<i>Embodied Learning</i>	-	-	3,42	1,27

Tabella 4.5

I risultati sono positivi. Il gruppo sperimentale supera, infatti, quello di controllo in tutte le categorie. Il fattore che più diverge tra i due gruppi è quello della presenza. Questi risultati sottolineano quanto sia essenziale l’utilizzo delle tecnologie immersive per il raggiungimento di tale fattore. A seguire gli altri due aspetti molto incoraggianti sono l’empatia e il situational interest. Il primo, nonostante un valore di deviazione standard più alto rispetto al resto del test, e quindi rendendo tale risultato più soggetto a variabilità, dimostra che il video immersivo dà la possibilità, nel mondo educativo, di far immedesimare lo studente nei panni dell’autore o del protagonista dell’esperienza.

I dati relativi al situational interest dei gruppi, ambedue molto alti, fanno notare che la lezione non tradizionale e destrutturata è stata molto apprezzata.

I valori di deviazione standard di quasi tutti i parametri risultano in linea con quanto visto in letteratura, nonostante il campione notevolmente più piccolo. Ciò deriva da un corretto design delle domande e da una percezione dell’esperimento condivisa e univoca. Questo giustificerebbe anche il valore più alto relativo all’empatia, non

riferito ad un modello presente in letteratura ma studiato e valutato dal Prof. Vacchetti.

Per quanto concerne l’Embodied Learning, i risultati vengono confrontati con quelli relativi allo studio di Petersen e Makransky. I valori ottenuti dai due ricercatori sono di 3.82 con una deviazione standard di 0.65. Il risultato ottenuto in questa ricerca è di 3.42, leggermente inferiore. La differenza delle due deviazioni standard è presumibilmente da ricondurre alle diverse dimensioni del campione (39 Petersen&Makransky, 18 Campanella).

Anche i dati relativi alla motion sickness sono ottimi. Tutte le categorie rientrano all’interno di valori minimi. Nonostante la poca esperienza della maggior parte del campione, non è stata percepita nessuna nausea degna di nota. Di conseguenza, è possibile affermare che percettivamente parlando, le scelte registiche prese da Federico Basso sono state corrette. I lenti dolly-in e i piccoli movimenti di parallasse non generano problemi di alcun tipo e risultano essere efficaci per il contesto educativo.

	<b>Media</b>	<b>SD</b>
Motion Sickness SOPITE-RELATED	1,38888889	0,607684989
Motion Sickness GASTROINTESTINAL	1,27777778	0,751903902
Motion Sickness PERIFERICAL	1,05555556	0,23570226
Motion Sickness CENTRAL	1	0

Tabella 4.6

	<b>Gruppo 2D</b>		<b>Gruppo 360</b>	
	Sezione H	Sezione B	Sezione H	Sezione B
Domanda 1	100%	44%	88%	60%
Domanda 2	67%	44%	62%	70%
Domanda 3	71%	100%	25%	70%
Domanda 4	100%	78%	50%	90%
Domanda 5	71%	89%	75%	80%
Domanda 6	100%	100%	100%	100%
Domanda 7	100%	67%	88%	90%
Domanda 8	86%	100%	63%	80%
<b>Media</b>	<b>87%</b>	<b>78%</b>	<b>69%</b>	<b>80%</b>

Tabella 4.7

<b>Medie</b>	<b>Percentuale</b>
Media 2D	82%
Media 360	75%
Media Sezione B	79%
Media Sezione H	78%

Tabella 4.8

Dai risultati dei quiz sulle conoscenze emergono diverse considerazioni. Globalmente il gruppo di controllo ha avuto risultati migliori del gruppo sperimentale, dando l'82% delle risposte esatte. Il gruppo sperimentale il 75%. Analizzando l'andamento delle singole classi, le percentuali cambiano leggermente. Nel caso della sezione H il divario aumenta ancora di più, con l'87% di risposte esatte nel caso del 2D e il 69% nel caso del 360°. In questa classe una domanda ha suscitato particolari criticità: la numero 2.

La domanda in questione concepita dal Professor Vacchetti si riferisce alla figura di Nesso, guardiano del Flegetonte, presente nel canto XII e XIII e citato nei video al minuto 2:58.

Risposte domanda 2 - Sezione H - Gruppo 360°

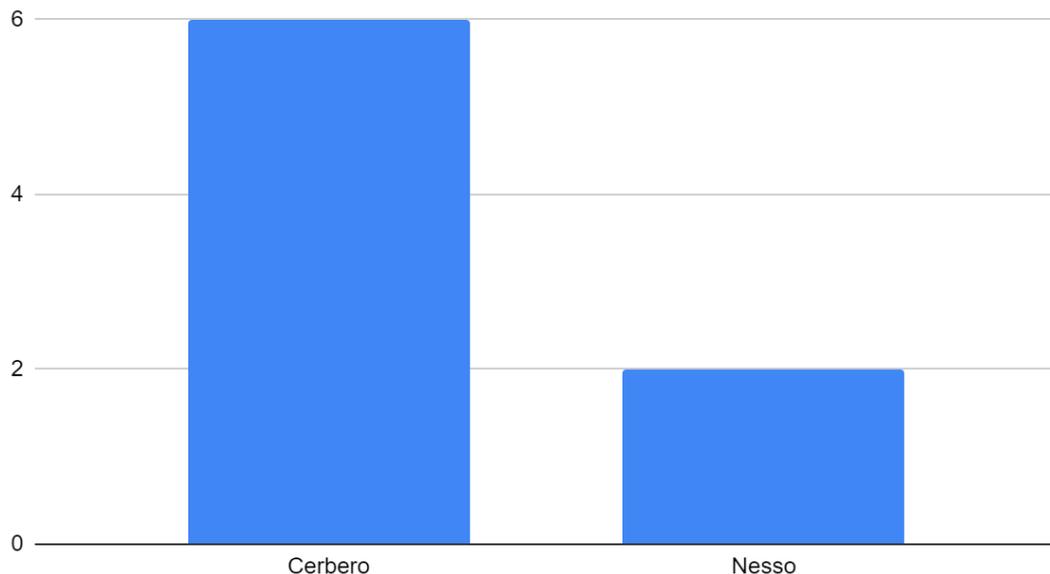


Figura 4.5

Come riportato nel grafico, il 75% del test nella sezione H ha risposto “Cerbero”, ovvero il custode del III Cerchio dei Golosi. È una figura nota dell'inferno dantesco per la sua presenza all'interno del Canto VI, facente parte della triade dei canti

politici presenti nella Divina Commedia. L'opzione che aveva la funzione di distrattore ha convinto molti della sezione H. È l'unico dato drammaticamente basso ottenuto nel test che inevitabilmente abbassa la media del sottogruppo della sezione H. La sezione B, non particolarmente intaccata dalla domanda in questione, ottiene dei risultati complessivi abbastanza diversi. L'80% delle risposte date dal gruppo sperimentale sono esatte, dato che risulta di poco superiore a quello del gruppo di controllo che si ferma al 78% percento.

Gli altri risultati sotto il 50% sono le risposte del gruppo 2D della sezione B alla domanda 1 e 2 e del gruppo 360 della sezione H alla domanda 4. Di queste 3, la prima e la quarta domanda hanno risultati incostanti. Le risposte esatte variano non poco tra un sottogruppo e l'altro. Le domande in questione sono:

- 1: Quali caratteristiche presenta la selva in cui Dante si smarrisce nel testo?
- 3: Quali sono le prime percezioni di Dante nell'Inferno secondo il testo?
- 4: Quali versi si riferiscono alle piante della selva dei suicidi?

Proprio come nel caso della domanda 2, queste 3 domande presentano caratteristiche simili. Si riferiscono a una sezione del testo scritto studiato in aula l'anno precedente e riascoltato durante l'esperienza. Allo studente è stato quindi richiesto di riconoscere i versi grazie alle immagini e alla voce narrante. La grande variabilità delle risposte può essere causata da diverse caratteristiche di fruizione legate all'audio o dalle differenze relative alle conoscenze pregresse. Una preparazione non completa su quanto citato nei video può infatti non innescare il processo di riconoscimento del testo e la conseguente associazione all'immagine. È possibile che tali risultati siano giustificati sia da una disomogeneità di preparazione degli studenti sia da una diversa knowledge retention che, applicata al contesto in questione, si traduce in una differenza in una capacità o incapacità dello studente di riconoscere quanto studiato in precedenza.

Dall'analisi tematica svolta nelle due classi emergono altri aspetti che completano i dati relativi al test ed aggiungono delle possibili interpretazioni ai risultati. Il

confronto tra le due tecnologie è stato fatto tra aspetti legati ad apprendimento, percezione e immersione.

Una considerazione molto importante emersa da quest'analisi è che il coinvolgimento e l'emozione introducono uno stato di eccitazione ed esaltazione che condiziona negativamente lo stato di concentrazione dello studente. Ciò è inevitabilmente legato alla poca o assente esperienza della maggior parte della classe nella fruizione di tecnologie immersive o interattive. Nonostante, infatti, il Video 360° abbia catturato di più l'attenzione, abbia emozionato di più e abbia aumentato la percezione di empatia, la tecnologia 2D ha permesso di concentrarsi di più su quanto veniva detto. L'utente dell'esperienza 360° ha giovato maggiormente dall'esplorazione visiva dello spazio piuttosto che dalla narrazione audio. Proprio quest'ultima rappresenta la parte relativa alle conoscenze più corposa, perché permette di legare immagini e ambienti ai versi studiati nel corso dell'anno precedente.

Per quanto concerne l'audio, c'è il rischio che sia stato introdotto un fattore di distrazione legato alla mancanza delle cuffiette in alcuni dei visori. Nonostante il sollecito da parte del professore a portare le proprie cuffie con cavetto da inserire nel visore, non tutti gli studenti ne disponevano il giorno dell'esperimento. Di conseguenza alcuni dei coinvolti nell'esperimento 360° hanno svolto l'esperienza non al meglio delle condizioni di fruizione audio.

Un ultimo commento molto interessante emerso dall'analisi tematica riguarda l'influsso pedagogico dell'esperienza. Gli studenti hanno sottolineato come il video tradizionale, già più volte usato in contesto scolastico, li abbia resi propensi e pronti all'apprendimento. Al contrario quella 360° li ha paradossalmente portati fuori da un contesto scolastico, introducendo intrattenimento e spontaneità. Se da un lato questo fattore di gamification aumenta i livelli di interessamento e coinvolgimento come mostrano i risultati del situational interest, dall'altro rischia di distrarre ulteriormente.

Topic	Tema	360°	2D
Apprendimento	Coinvolgimento	<p>“sono circondata totalmente dallo schermo”</p> <p>“In 3D è qualcosa di nuovo e vedi proprio le cose intorno a te, senti le cose 100 volte di più.”</p> <p>“è stato come vivere l’esperienza con Dante.”</p>	<p>“quello in 2D ti concentri di più su quello che dice”</p>
Percezione	Emozione	<p>“Nel 3D il fattore emozionale aumenta.”</p>	<p>“Guardando il video 2D ho un livello di emozioni più controllato, ho più concentrazione e meno emozione.”</p>

Percezione	Concentrazione	<p>“sei più preso dal guardare, dal girarti”</p> <p>“Più che la distrazione proveniente dall’ambiente, è più l’esperienza in sé, l’eccitazione e l’esaltazione, mi deconcentra. Voglio scoprire più su com’è questa cosa piuttosto che sto facendo una cosa per la scuola. Ho capito certe cose solo quando stavo per rispondere alle domande. (...) Una cosa nuova, che non ho mai provato non l’associa ad un voto e quindi mi sento più coinvolta e spontanea.”</p>	<p>“Nel video 2D ci si concentra meglio su quello che dice”</p> <p>“Nel 2D ho proprio notato cose che prima non avevo notato, soprattutto nei dettagli delle figure. Leggerlo e impararlo a memoria in classe, 2D, mi sa di dovere, qualcosa che devo fare per forza e per cui vengo valutata.”</p>
Immersione	Audio	<p>“Io che avevo le cuffiette ero totalmente isolata ed ero super concentrato.”</p> <p>“Di là non avevamo un’acustica eccezionale, se ci fosse stato silenzio avrei sentito di più”</p>	-

Percezione	Significato	“Questa volta è come se avessi sentito le loro sensazioni. Magari quando dicono certe cose e lo contestualizzi all’interno di uno spazio e di un’ambiente, le vivo in maniera diversa.”	“Nella parte della foresta dei suicidi, ho capito che stesse parlando lui, dal video in 2D non l’ho colto. Ho capito che fossero versi suoi, ma non l’avevo riconosciuto.”
Percezione	Memoria	“Secondo me la VR rimangono più fissi i concetti e le immagini, le parole no, tranne quella dell’albero.”	“Nella parte 2D ricordavo meglio le parole, magari perché era seconda volta “
Immersione	Visualizzazione	“Mi coinvolge di più la 360, posso decidere io dove guardare, mi giravo senza indietro per vedere cosa lasciavo alle spalle; quindi, ti dava più l’impressione di comandare l’esperienza.”	“nel 2D mi sembrava un documentario, mi sentivo una telecamera che girava, col visore mi sentivo più immerso in quello che succedeva e mi sentivo parte della storia.”
Percezione	Emozione	“Nel 360 do delle immagini alle parole, quando esce dall’inferno mi sono sentito sollevata, dopo aver visto lucifero e c’è la descrizione del cielo stellato.”	“Nella versione 2D avevo dato meno peso al fatto che fosse uscito dall’Inferno “

Tabella 4.9

## 4.4 Considerazioni sui risultati

Come presentato nel paragrafo precedente, è evidente come la maggior parte del test sia stato influenzato dal basso livello di mastery nei confronti della tecnologia immersiva. In generale, più una classe viene esposta al Video 360° e più il test si abituerà alla tecnologia, migliori saranno i risultati dei test (Repetto, 2021). Tuttavia, coinvolgere nell’esperimento solo studenti con un livello di esperienza sopra la sufficienza avrebbe reso il test troppo piccolo e conseguentemente non affidabile a livello statistico.

È inoltre da escludere un ipotetico contributo negativo causato dal design e dalla regia del video immersivo. I risultati relativi alla motion sickness, insieme alla coerenza contenutistica dimostrata al capitolo 2, lo rendono un video immersivo adeguato ad essere utilizzato nella scuola come integrazione a quanto viene imparato in classe durante la lezione tradizionale.

Un’altra perturbazione ai risultati del test può essere causata dalla mancanza di alcuni standard in delle sezioni. In particolare l’empatia, nonostante i risultati seguano la tendenza generale degli altri fattori cognitivi e non avendo riferimenti in letteratura, è stata misurata con delle domande realizzate ad hoc dal professor Vacchetti. Anche il design delle domande può aver subito tale perturbazione. Esso è stato realizzato seguendo delle ipotesi contenutistiche ben precise che mettono in correlazione immagini e ambiente con il suono e i versi. Non essendoci linee guida presenti in letteratura, non ci sono studi o prove che dimostrino che quello scelto sia l’approccio migliore per misurare le conoscenze acquisite da un video immersivo riguardante la Divina Commedia e Dante.

## 5) CONCLUSIONE

I risultati ottenuti ci permettono di discutere dei due obiettivi oggetto di questo studio.

- 1) Studiare le caratteristiche filmiche della Divina Commedia VR: L'Inferno e valutarne le potenzialità in campo educativo.

Nonostante il video immersivo non sia stato pensato esclusivamente per il contesto educational, il video si ritiene idoneo per essere impiegato nelle scuole. Lo studio della prima cantica dantesca ci ha permesso mettere in luce gli elementi chiave necessari per realizzare un prodotto multimediale a scopo educativo, ovvero la fedeltà al testo e ai versi e l'empatia.

Come presentato dai due esperti di ETT, questi fattori sono la base su cui è stata costruita La Divina Commedia VR: L'Inferno. Si ritengono le scelte registiche prese dalla produzione idonee per il contesto educativo. I risultati ottenuti nella sezione motion sickness dello user test sono ottimali. Il più alto valore ottenuto è di 1.38 su 5 nella sottosezione motion-sickness sopite-related. L'unico aspetto negativo emerso dall'analisi dell'opera immersiva è il mancato utilizzo dell'intera area che l'utente può osservare in alcune scene, limitandosi talvolta a solo 180°, ovvero metà del campo visivo disponibile. Ciò non ha tuttavia influenza sulle considerazioni fatte in materia scolastica.

- 2) Verificare tramite prove empiriche l'efficacia delle tecnologie immersive nell'insegnamento della prima cantica dantesca, confrontando i risultati a quelli di una tecnologia più tradizionale: il video in 2D 16:9.

I risultati ottenuti non ci permettono di considerare provata questa ipotesi. In media, i gruppi che hanno usufruito del 2D hanno avuto risultati migliori dei loro compagni che hanno provato il video immersivo, registrando l'82 per cento di

## Conclusioni

risposte esatte contro il 75 del 360. In particolare, una delle otto domande ha condizionato profondamente l'esito generale del rendimento della sezione H, ovvero quella relativa a Nesso, che ha ottenuto solo il 25% di risposte esatte. Analizzando separatamente le classi, la sezione B prova l'ipotesi formulata, dove il gruppo 360 ha ottenuto l'80 per cento di risposte esatte, rispetto al 78 del 2D. Questo non è tuttavia un dato abbastanza consistente per provare l'ipotesi, vista l'eterogeneità dei risultati tra le due sezioni. Da quanto emerge dall'analisi tematica svolta dopo il test, il fattore che sembra perturbare questo studio maggiormente è la poca conoscenza e padronanza della tecnologia immersiva.

Nonostante quindi il grande valore e interesse attribuito all'esperienza, come provato dai fattori cognitivi, lo user test non è stato in grado di garantire l'opportuna attenzione ai contenuti che lo scopo educativo richiedeva. Si è notato infatti maggiore concentrazione sull'esplorazione degli spazi piuttosto che sul testo e sulla sua interazione con gli ambienti.

Oltre ciò, altre considerazioni vanno fatte sul design del test. Per quanto riguarda la sezione nozionistica del quiz, ci si è orientati per delle domande che fossero legate al riconoscimento del verso studiato, o alla rielaborazione dell'ambiente conosciuto durante lo studio indipendente e "sovrascritto" dall'esperienza immersiva o dalla parafrasi del testo basata su quanto veniva visto e sentito. Tale approccio è basato su quello che comunemente viene chiesto agli studenti durante un'interrogazione, a cui è aggiunta la capacità di riconoscere e rielaborare un contenuto già visto in precedenza. Nonostante il tentativo di variare il meno possibile l'approccio che lo studente ha comunemente nello studio della materia e del testo, non è provato che questo sia il metodo più efficace per dimostrare la correlazione tra educazione e immersività. A questa considerazione va anche aggiunto che il modello CAMIL utilizzato in questo test è una variazione di quello riconosciuto in letteratura, in quanto si è deciso di includere tra i parametri cognitivi responsabili dell'apprendimento anche l'empatia. Tale fattore, oltre ad essere riconosciuto in letteratura come generatore di self-presence, e quindi di immersività, è strettamente legato al tipo di esperienza visuale che lo user ha durante la fruizione del video 360° ed è soprattutto una peculiarità della semantica dantesca che è possibile osservare

## Conclusioni

nella Divina Commedia. Questa scelta non ci consente tuttavia di avere le stesse certezze sul modello di correlazione riconosciuto globalmente.

### 5.1 Spunti per studi Futuri

Per quanto i risultati non siano stati quelli attesi, è possibile affermare che la direzione presa da questo studio su tecnologie immersive e letteratura italiana sia quella giusta. Un aspetto che andrebbe preso maggiormente in considerazione prima della somministrazione del test è proprio il livello di mastery del campione nei confronti della tecnologia immersiva. Ciò consentirebbe di avere degli studenti meno emozionati dall'esperienza e più concentrati sul contenuto. Qualora quindi gli studenti non fossero preparati, dovrebbe essere interesse dello studio quello di formare le classi all'utilizzo delle tecnologie nel periodo che precede il test. Un altro aspetto da approfondire è la dimensione del campione. Nonostante i dati relativi alla deviazione standard sono per la maggior parte consistenti con quanto analizzato in letteratura, un campione maggiore consentirebbe l'introduzione di un secondo gruppo di controllo, costituito dagli studenti che basano le risposte al test nozionistico esclusivamente su quanto conoscono dalla parte teorica studiata in classe durante lo svolgimento delle lezioni. Ciò permetterebbe di misurare in maniera assoluta l'effetto delle tecnologie, tradizionali o sperimentali che siano, rispetto allo stato oggettivo delle cose, ovvero l'educazione tradizionale che non prevede strumenti multimediali integrati all'insegnamento.

L'unico quesito che rimane ancora aperto è il come gestire l'eccessivo coinvolgimento emotivo che, come emerso da questo studio, può condizionare negativamente l'attenzione e di conseguenza l'apprendimento

Di seguito si propone una possibile soluzione. Emozione e attenzione possono essere collegati da un elemento che è stato citato più volte in questo studio:

## Conclusioni

L'interazione. Nella sua accezione generale, l'interazione è la caratteristica che permette di modificare il mondo virtuale circostante dato un input da utente. La forma di interazione di cui parlo, però, non è relativa agli elementi che compongono lo spazio, ma alla trasformazione dell'ambiente.

L'utente che decide di guardare davanti a sé piuttosto che ai suoi lati, sta di fatto compiendo una scelta. Sta scegliendo di interagire con una sezione dell'ambiente e di lasciare soltanto in potenza tutto il resto. Se il cinema, citando Scorsese, è interazione tra ciò che è nell'inquadratura con ciò che è fuori da essa, il cinema immersivo è la scelta dell'utente di passare da una inquadratura ad un'altra. Un utente a cui viene presentato uno spazio 360° sfruttato solo in parte, è un utente che non è portato a compiere scelte. Di conseguenza l'attenzione che sarebbe necessaria per seguire la narrazione e quindi per scegliere cosa guardare viene meno, lasciando lo user in uno stato passivo di ricezione delle informazioni. Il compito dei prossimi studi quindi dovrebbe essere quello di valutare quali strumenti la tecnologia immersiva ha per guidare in maniera invisibile lo sguardo dell'utente. Questo aspetto della "invisibilità" è fondamentale, in quanto l'utente crea una struttura narrativa attiva e personale i cui cambi di inquadratura sono suggeriti da elementi diegetici, dove la scelta del dove e cosa guardare è mossa proprio dalla concentrazione e dall'attenzione.

Caratteristiche video e audio basilari, conosciute da qualsiasi user come l'opacità intesa come sfocato, la saturazione e il bianco e nero, l'esposizione come ciò che è in luce e ciò che non lo è, l'audio spazializzato, sono alcuni elementi già usati nel mondo del cinema immersivo per veicolare l'attenzione. Non sono tuttavia ancora applicati al contesto educational, forse perché sperimentali e non studiati a sufficienza dalla comunità scientifica. Citando ancora una volta Scorsese, la regia non è altro che capire quale tecnica cinematografica meglio si presta a descrivere l'aspetto emotivo della sequenza. Traslando un'ultima volta le definizioni del cineasta italo-americano in chiave immersiva, è compito del regista 360° e della ricerca futura in campo educativo capire quali elementi permettono allo user di seguire con lo sguardo (e non) la storia che lo circonda, consentendogli di concentrarsi, emozionarsi e imparare.

# Bibliografía

Ahn, S. J. G., Bailenson, J. N., & Park, D. (2014). Short-and long-term effects of embodied experiences in immersive virtual environments on environmental locus of control and behavior. *Computers in Human Behavior*, 39, 235–245.

Angulo, A., & de Velasco, G. V. (2013). Immersive simulation of architectural spatial experiences. *Blucher Design Proceedings*, 1(7), 495–499.  
<https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2013-0095>

Aldemir, T., Celik, B., & Kaplan, G. (2018). A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. *Computers in Human Behavior*, 78, 235–254. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.001>

Araiza-Alba, P., Keane, T., Chen, W. S., & Kaufman, J. (2021). Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills (Vol. 164). *Computers & Education*.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104121>

Babu, S., Krishna, S., Unnikrishnan, R., & Bhavani, R. (2018). Virtual reality learning environments for vocational education: A comparison study with conventional instructional media on knowledge retention. In *IEEE 18th International conference on advanced learning technologies (ICALT)* (pp. 385–389). IEEE, 2018.

Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In T. Urdan, & F. Pajares (Eds.), *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents* (pp. 307–337). Information Age Publishing (NO DOI).

Baukal, Charles E.; Ausburn, Floyd B.; Ausburn, Lynna J., *Journal of Educational Technology*, v9 n4 p15-24 Jan-Mar 2013, **A Proposed Multimedia Cone of Abstraction: Updating a Classic Instructional Design Theory**

Bhargava, A, Bertrand, J W, Gramopadhye, A K, Madathil, K C, & Babu, S V (2018). Evaluating multiple levels of an interaction fidelity continuum on performance and learning in near-field training simulations. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(4), 1418–1427

Bedwell, W. L., Pavlas, D., Heyne, K., Lazzara, E. H., & Salas, E. (2012). Toward a taxonomy linking game attributes to learning: An empirical study. *Simulation & Gaming*, 43, 729-760. doi:10.1177/1046878112439444

Bowman, D. A., & McMahan, R. P. (2007). Virtual reality: How much immersion is enough? *Computer*, 40(7), 36–43. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.257>

Braun, V, & Clarke, V (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. doi:10.1191/1478088706qp063oa.

Çakıroğlu, U., Başibuyuk, B., Guler, M., Atabay, M., & Memiş, B. Y. (2017). Gamifying an ICT course: Influences on engagement and academic performance. *Computers in Human Behavior*, 69, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.018>.

Coban, M.; Bolat, Y.I.; Goksu, I. The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educ. Res. Rev.* 2022, 36, 100452.

Claudia Repetto , Anna Flavia Di Natale , Daniela Villani , Stefano Triberti , Serena Germagnoli & Giuseppe Riva (2021): The use of immersive 360° videos for foreign language learning: a study on usage and efficacy among high-school students, *Interactive Learning Environments*

Christy, K. R., & Fox, J. (2014). Leaderboards in a virtual classroom: A test of stereotype threat and social comparison explanations for women's math performance. *Computers & Education*, 78, 66e77. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.005>

C. Coelho, J. Tichon, T. J. Hine, G. Wallis, and G. Riva, "Media presence and inner presence: the sense of presence in virtual reality technologies," in *From communication to presence: Cognition, emotions and culture towards the ultimate communicative experience*. IOS Press, Amsterdam, 2006, pp. 25–45.

Cummings, J. J., and Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? a metaanalysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychol.* 19, 272–309. doi: 10.1080/15213269.2015.1015740

Dahlman, J., Sjörs, A., Lindström, J., Ledin, T., & Falkmer, T. (2009). Performance and autonomic responses during motion sickness. *Human Factors*, 51, 56–66.

Dante Alighieri, *De Vulgaris Eloquentia* (1303-1305)

Denny, P. (2013, May). The effect of virtual achievements on student engagement. In *Proceedings of CHI 2013: Changing Perspectives* (pp. 763-772). Paris, France: ACM

Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L., & Dixon, D. (2011, May). Gamification: Toward a definition. *Proceedings of the CHI 2011 Gamification Workshop*, Vancouver, British Columbia, Canada. Retrieved from <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>

Diemer, J., Alpers, G. W., Peperkorn, H. M., Shiban, Y., & Mühlberger, A. (2015). The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, 6(26), 1–9.

Dorta T, Pierini D, Boudhraâ S (2016) Why 360° and VR headsets for movies?: Exploratory study of social VR via Hyve-3D. In: *Actes de La 28ième Conférence Francophone Sur l'Interaction HommeMachine*. ACM, New York, NY, USA, pp 211–220. <https://doi.org/10.1145/3004107.3004117>

Esser K, Dicembre 2019, Rivista semestrale online “Parole Rubate”,  
<http://www.parolerubate.unipr.it/>

Gianaros, P. J., Muth, E. R., Mordkoff, J. T., Levine, M. E., & Stern, R. M. (2001). A Questionnaire for the Assessment of the Multiple Dimensions of Motion Sickness. *Aviation, space, and environmental medicine*, 72(2), 115. <https://doi.org/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2910410/>

Gibson, D., Ostaszewski, N., Flintoff, K., Grant, S., & Knight, E. (2015). Digital badges in education. *Education and Information Technologies*, 403(2).  
<https://doi.org/10.1007/s10639-013-9291-7>.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4)

Inturri S. *La Divina Commedia di Dante Alighieri così come interpretata e commentata da Sebastiano Inturri*, (2010)

Huber, T., Wunderling, T., Paschold, M., Lang, H., Kneist, W., & Hansen, C. (2018). Highly immersive virtual reality laparoscopy simulation: Development and future aspects. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 13(2), 281–290. <https://doi.org/10.1007/s11548-017-1686-2>

Jenkins, Henry (2004): *Game Design as Narrative Architecture*, in: *First Person: New Media as Story, Performance, and Game*, ed. by Noah Wardrip-Fruin and Pat Harrigan, Cambridge, MA: MIT Press, 118-130.

Knogler, M., Harackiewicz, J. M., Gegenfurtner, A., & Lewalter, D. (2015). How situational is situational interest? Investigating the longitudinal structure of situational interest. *Contemporary Educational Psychology*, 43, 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.08.004>

Makransky, G., Lilleholt, L., & Aaby, A. (2017). Development and validation of the multimodal presence scale for virtual reality environments: A confirmatory factor analysis and item response theory approach. *Computers in Human Behavior*, 72, 276–285. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.066>

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 134, 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.002>

Makransky, G., Petersen, G. B., & Klingenberg, S. (2020). Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2079–2097. <https://doi.org/10.1111/bjet.12954>

Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment (Vol. 140). *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603>

Metacritic's page of Dante's Inferno, (2022), [Read User Reviews and Submit your own for Dante's Inferno on PlayStation 3 - Metacritic](#)

Moshman, D. (1982). Exogenous, endogenous, and dialectical constructivism. *Developmental Review*, 2(4), 371–384. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(82\)90019-3](https://doi.org/10.1016/0273-2297(82)90019-3)

Lackner, J. R. (2014). Motion sickness: More than nausea and vomiting. *Experimental Brain Research*, 232(8), 2493–2510.

Lanapoppi, A. P. (1968). La Divina Commedia: Allegoria “dei poeti” O Allegoria “dei teologi”? *Dante Studies, with the Annual Report of the Dante Society*, 86, 17–39.  
<http://www.jstor.org/stable/40166003>

Landers, R. N., & Landers, A. K. (2014). An empirical test of the theory of gamified learning: The effect of leaderboards on time-on-task and academic performance. *Simulation & Gaming*, 45(6), 769-785. doi:10.1177/1046878114563662

Lawson, B. D. (2014). Motion sickness symptomatology and origins. *Handbook of virtual environment: Design, implementation, and applications* (pp. 532–587). (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

Lee, K. M. (2004). Presence, explicated. *Communication Theory*, 14(1), 27–50.  
<https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x>

J. Lebieź and A. Mazikowski, "Multiuser Stereoscopic Projection Techniques for CAVE-Type Virtual Reality Systems," in *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 51, no. 5, pp. 535-543, Oct. 2021, doi: 10.1109/THMS.2021.3102520.

Lister, M. C. (2015). Gamification: The effect on student motivation and performance at the post-secondary level. *Issues and Trends in Educational Technology*, 3(2).

O'Donovan, S., Gain, J., & Marais, P. (2013, October). A case study in the gamification of a university-level games development course. In *Proceedings of the south African institute for computer scientists and information technologists conference* (pp. 242e251).

Özdener, N. (2018). Gamification for enhancing Web 2.0 based educational activities: The case of pre-service grade school teachers using educational Wiki pages. *Telematics and Informatics*, 35(3), 564–578.  
<https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.04.003>.

Papadakis, G., Mania, K., Coxon, M., & Koutroulis, E. (2011, December). The effect of tracking delay on awareness states in immersive virtual environments: An initial exploration. *Proceedings of the 10th international conference on virtual reality continuum and its applications in industry* (pp. 475–482). .

Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2018). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twentyfirst century skills. *Virtual Reality*, 23(4), 425–436.  
<https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>

Petersen, G. B., Petkakis, G. & Makransky, G. A study of how immersion and interactivity drive VR learning. *Comput. Educ.* **179**, 104429 (2022).

Powlesland K. (2022) Dante and Video Games: The Unrealised Potential of the Virtual Commedia, *Italian Studies*, 77:2, 146-156, DOI: 10.1080/00751634.2022.2058799

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>

M. Richardson, C. Abraham and R. Bond *Psychological Bulletin*, 138 (2) (2012), pp. 353-387 <https://doi.org/10.1037/a0026838> Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis

Schubert, T, Friedmann, F, & Regenbrecht, H (2001). The experience of presence: Factor Analytic insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. doi:10.1162/105474601300343603.

- Serino, S., & Repetto, C. (2018). New trends in episodic memory assessment: Immersive 360° ecological videos. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01878>
- Servadei D., Negro A., Progetto Dante Alighieri, (2015), [Virgilio nella Divina Commedia \(progettodante.com\)](http://www.progettodante.com)
- Sheridan, T. B. (2016). Recollections on Presence beginnings, and some challenges for augmented and virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 25(1), 75–77.
- Signorelli, V. (2017) Cinematic infernos: Digital technologies and the remediation of Dante's Infernal imagery through the cinematic screen (2005- 2015)
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: Introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0092-9>
- Slater, M, & Wilbur, S (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616
- Slater, M, Lotto, B, Arnold, M M, & Sanchez-Vives, M V (2009). How we experience immersive virtual environments: The concept of presence and its measurement. *Anuario de Psicología*, 40, 18
- Sitzmann, T., & Ely, K. (2011). A meta-analysis of self-regulated learning in work-related training and educational attainment: What we know and where we need to go. *Psychological Bulletin*, 137(3), 421– 442. <https://doi.org/10.1037/a0022777>.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93.
- Stolz, S. A. (2015). Embodied learning. *Educational Philosophy and Theory*, 47(5), 474–487. <https://doi.org/10.1080/00131857.2013.879694>

Surhbi S. (2018), Difference Between Questionnaire and Interview,  
<https://keydifferences.com/difference-between-questionnaire-and-interview.html>

Treccani, l'Enciclopedia, [endecasillabo in "Enciclopedia Dantesca" \(treccani.it\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/decasillabo-%28linguistica%29-%28linguistica%29/decasillabo_in_%27Enciclopedia_Dantesca%27_(treccani.it))

Treccani, l'Enciclopedia, [allegoria in Vocabolario - Treccani](https://www.treccani.it/vocabolario/allegoria)

Valk, P. J. L., Munnoch, K., & Bos, J. E. (2008, January). Human performance at sea: Effects on vigilance and complex task performance. Paper presented at the Pacific 2008 International Maritime Conference, Sydney, Australia.

Yonelinas, A. P., & Ritchey, M. (2015). The slow forgetting of emotional episodic memories: an emotional binding account. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(5), 259–267.

Wilson, Robert A.; Foglia, Lucia; Shapiro, Lawrence; Spaulding, Shannon, "Embodied Cognition", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2019 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), URL = [<https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/embodied-cognition/>](https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/embodied-cognition/).

Zamzami Zainuddin, Samuel Kai Wah Chu, Muhammad Shujahat, Corinne Jacqueline Perera, The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence, *Educational Research Review*, Volume 30, 2020, 100326, ISSN 1747-938X, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>.



# Ringraziamenti

Un ringraziamento speciale alla Professoressa Tatiana Mazali, che è stata mia guida durante gli anni passati al Politecnico. La sua cura e il suo interesse nelle relazioni con gli studenti la rende una figura di riferimento essenziale nel percorso di ognuno di noi.

Grazie ad ETT, Federico Basso, Adele Magnelli e Alessandro Cavallaro. Primi mentors di un contesto prettamente lavorativo, mi avete mostrato cosa vuol dire fare innovazione unendo conoscenze, ricerca e creatività.

Grazie alla mia famiglia.

Grazie a mio padre. Sei modello e aspirazione, mi hai mostrato il metodo per fare della vita ciò che voglio. Perché per un Campanella, un problema è anche e soprattutto una soluzione.

Grazie a mia madre. Nido e conforto. Tutto di te trasmette amore, e passione. Non sapendo da dove arriva tutta questa forza e vita, nonostante tutto, mi limito ad osservarti, nella speranza di imparare il più possibile.

Grazie a mia sorella. Come due pianeti di uno stesso sistema, gireremo in orbita assieme. A velocità diverse, in posizioni diverse, ma sempre connessi. Illuminati dalla stessa luce. Il bene che ti voglio e l'orgoglio che provo sono paragonabili alla dimensione delle stelle.

Grazie a mio fratello. Corri sempre e non ti fermare mai, come facciamo sempre quando siamo insieme. Se e quando vorrai rallentare, iniziando a camminare per guardare il mondo che hai intorno a te, io ci sarò. Ci prenderemo la mano e cammineremo assieme.

Grazie ai miei nonni. Stillo, Caterina, Maria e Giorgio. Ci avete regalato i ricordi più vividi e belli. L'infanzia accanto a voi ci ha reso gli adulti che saremo domani. Porteremo sempre, sempre con noi l'odore delle rose Giovanni XXIII e la sensazione della tramontana in un pomeriggio d'estate. Sensazioni più pure che mai, affiancate costantemente dal vostro irriducibile e gratuito amore.

Grazie ai miei fratelli maggiori, Francesco e Giorgio.

Grazie a zio Giovanni.

A tutti quelli che hanno accompagnato questo percorso e che sono con me in questo momento, grazie. Ai miei amici di ieri e di oggi. Grazie. Ci vediamo davanti il Fante.