



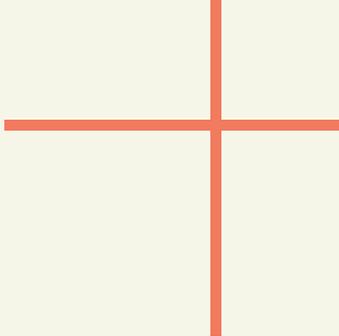
**BOOKLET:
VR PER
L'INSEGNAMENTO**

“

**L'unica fonte di conoscenza
è l'esperienza**

”

ALBERT EINSTEIN



SOMMARIO:

04 INTRODUZIONE

06 VR: ASPETTI PEDAGOGICI

09 VR: UN NUOVO MODO DI
INSEGNARE

13 VR: ESEMPI DI APPLICAZIONI
NELL'INSEGNAMENTO

17 OPINIONI
DI ESPERTI

19 VR:
SICUREZZA E RISCHI
PER LA SALUTE

22 VR:
TERMINOLOGIA TECNICA

INTRODUZIONE

All'età di 87 anni, Michelangelo, un maestro esperto, disse: ' Sto ancora imparando'. Che cosa meravigliosa da ammettere! Come esseri umani, non smettiamo mai di migliorare, specialmente adesso, in un'epoca di grandi progressi tecnologici, che fanno parte della nostra vita di tutti i giorni.

La Realtà Virtuale (VR) non appartiene più al futuro, poiché è entrata in molti campi della vita delle persone. Quando pensiamo alla Realtà Virtuale, la prima cosa che ci viene in mente è l'intrattenimento. Ma la VR non riguarda solo i giochi, è presente anche nell'insegnamento, in medicina, nelle risorse umane, nei viaggi o nell'addestramento militare.

La Realtà Virtuale è una forma di simulazione al computer, in cui il partecipante è immerso in un ambiente virtuale. La VR fornisce nuove forme e metodi di visualizzazione, traendo forza dalla rappresentazione visuale. La VR può mostrare in modo diverso e più accurato alcune caratteristiche, processi, ..., poiché può fornire l'esperienza più significativa di 'toccare' concetti che finora erano solo teorici. Dopotutto, riportando le parole di un'altra grande personalità dei nostri tempi, Albert Einstein, è vero che "L'unica fonte di conoscenza è l'esperienza".

L'uso della VR nell'insegnamento può essere considerato come un'evoluzione naturale dell'Istruzione Assistita dal Computer (CAI) o della formazione informatica (CBT). Usare questa tecnologia in classe non solo può creare nuove opportunità di apprendimento e di pensiero, ma può anche offrire un'opportunità per coinvolgere maggiormente gli studenti. Come esperienza pratica, interattiva e immersiva, offre un nuovo modo di apprendere agli studenti offrendo nuove esperienze. [1]

L'uso della VR nell'educazione modernizzerà il processo pedagogico e porterà i contenuti dell'insegnamento ai giovani in un modo interessante; li incoraggerà a esplorare autonomamente e quindi ad acquisire conoscenze. Le possibilità di utilizzare la realtà virtuale nell'istruzione possono essere inesauribili. Con i metodi di insegnamento tradizionali gli insegnanti forniscono fatti e ciò ha poco a che fare con l'educazione, ma molto con l'essere informati.

Gli studenti, che ricevono troppe informazioni su una moltitudine di argomenti in un breve periodo di tempo, si trovano sopraffatti e sono portati alla noia e al disimpegno. L'uso della realtà virtuale nell'istruzione ha la possibilità di rivoluzionare l'interazione in classe. In questo modo, gli studenti possono imparare facendo e viene offerto loro un migliore senso del luogo, l'opportunità di sperimentare l'apprendimento in scala, sviluppare la loro creatività e migliorare l'acquisizione di informazioni, reagendo emotivamente ad essa. [2]

[1] Hu-Au, Lee (2017)

[2] <https://theblog.adobe.com/virtual-reality-will-change-learn-teach/>

INTRODUZIONE

Math Reality è un progetto che consiste nel co-sviluppo e nell'implementazione di una metodologia pedagogica innovativa e nell'uso della VR per migliorare l'attuale didattica della matematica.

Math Reality è un progetto cofinanziato dal Programma Erasmus + dell'Unione Europea ed è il risultato di un lavoro collaborativo tra 6 organizzazioni: Fermat Science (Francia), Citizens in Power (Cipro), High School Ivanec (Croazia), Colegiul National "Doamna Stanca" (Romania), Liceo Montale (Italia) e Logopsycom (Belgio).

Poiché in questo booklet si userà una terminologia tecnica e ci sarà una spiegazione generale della realtà virtuale, prima di entrare nell'argomento, è importante fare alcune precisazioni.

Ecco le definizioni che ti permetteranno di stabilire la differenza tra realtà aumentata, realtà mista e realtà virtuale:

REALTA' AUMENTATA

Si riferisce a un'interfaccia virtuale, in 2D o 3D, che arricchisce la realtà sovrapponendo ulteriori informazioni su di essa. È un'estensione della realtà.

REALTA' MISTA

Consente di aggiungere oggetti sintetici all'ambiente reale sotto forma di un ologramma con cui l'utente può interagire.

REALTA' VIRTUALE

È una simulazione di un mondo digitale totalmente immaginario basato su immagini generate al computer. Può essere una riproduzione del mondo reale o di un universo totalmente immaginario. L'esperienza è visiva, uditiva e, in alcuni casi, tattile, con la produzione di un feedback di effetti. Quando la persona è dotata dell'hardware appropriato, come guanti o indumenti, può provare determinate sensazioni legate al tocco o ad alcune azioni.

ASPETTI PEDAGOGICI DELLA VR

Da un punto di vista tecnologico e come avevano sostenuto Costa e altri (2001), la realtà virtuale (VR) poteva essere considerata la più naturale tra tutte le interfacce uomo-computer (MCI). Tale risultato dovrebbe essere attribuito a una serie di potenziali, che questo sistema fornisce anche ai suoi utenti più inesperti: navigare in scene tridimensionali in condizioni di tempo reale, mantenendo una "interazione multisensoriale". In questo modo si implicano sia l'attivazione che il coinvolgimento di almeno quattro sensi su cinque: vista, tatto, udito e, in alcuni casi, olfatto.

Questa opportunità di interazione multisensoriale e attivazione della maggior parte dei nostri sensi è alla base della tesi che, durante il prossimo decennio, la realtà virtuale attribuirà una nuova dimensione all'esperienza di apprendimento, poiché questo si fonda su sistemi di istruzione formale. Ciò non implicherà necessariamente che questa "immersione" nel contesto delle app sarà responsabile delle soluzioni concrete ai problemi educativi cronici, ma che interverrà soprattutto nel rafforzamento del processo di attuazione dei moderni approcci pedagogici.

Quindi, la componente pedagogica teorica deve essere quella che alla fine determina i modi in cui la tecnologia VR verrà introdotta nel quadro educativo. Durante l'ultimo decennio, gli scienziati hanno associato le ramificazioni educative della VR all'apprendimento costruttivista (Barilli, 2012: 144). Come afferma Barilli (2012): "[...] le teorie del costruttivismo*, basato sull'interazione e con la dialettica portano come verità fondamentali che:

- 1) tutta la conoscenza deriva dalla pratica sociale e vi ritorna;
- 2) la conoscenza è un'impresa collettiva e non può essere prodotta nella solitudine della materia" (Vygotsky, 1984, Neves e Daminani, 2006).

* 'Il costruttivismo è un nuovo approccio nell'educazione che afferma che gli studenti sono in grado di comprendere meglio le informazioni che hanno costruito da soli piuttosto che diventare destinatari passivi della conoscenza. Secondo la teoria, l'apprendimento è un progresso sociale che coinvolge la lingua, le situazioni del mondo reale e le interazioni e collaborazioni tra gli studenti. Basato sulla teoria, l'apprendimento implica padronanza, studio autonomo e personale, che non è limitato alla classe tradizionale con interazione minima. La teoria implica che l'apprendimento può anche essere in un ambiente virtuale.' (The International Journal of Modern Social Sciences, 2015, 4(2): 71-81)

Secondo Beker (1993), gli autori considerati costruttivisti sociali come Piaget, Freud, Vygotsky, Wallon, Luria, Baktin e Freinet sostengono che lo studente debba svolgere un ruolo attivo nel processo di apprendimento, così come per tutti gli esseri umani comprendere la "prassi" significa avere un ruolo attivo/costruttivista nella società e sulla natura (Barilli et al, 2012: 144).

E ciò che è implicito qui è che l'uso della VR potrebbe consentire agli studenti di "costruire" la conoscenza da soli, a seguito delle loro esperienze significative. In molti casi, i risultati della ricerca scientifica indicano che, con l'applicabilità delle app pertinenti che simulano scenari realistici all'interno di contesti virtuali, gli studenti con basso rendimento hanno presentato un rendimento scolastico migliore rispetto ad altri che ricevono conoscenze attraverso metodi pedagogici tradizionali (Winn et al., 1997).

E' in gran parte attribuibile al potenziale della VR che gli studenti arrivino a delle proprie rappresentazioni della conoscenza attraverso la costruzione di oggetti visivi e trattabili, invocando contemporaneamente conoscenze già acquisite e precedenti conclusioni esperienziali. Inoltre, il potenziale della VR di trasformare quasi ogni contesto di apprendimento immersivo in un ambiente personalizzabile, auto-stimolante e attivamente coinvolgente, rafforza i paesaggi educativi nella loro totalità, in quanto prende in considerazione le diversità esistenti in termini di esigenze di apprendimento individuali, stili cognitivi e capacità di percezione sensoriale degli stimoli del mondo esterno (Smith et al., 2014).



Construct3D: un'applicazione di realtà virtuale per l'insegnamento della matematica e della geometria (www.cg.tuwien.ac.at)

Le creature tridimensionali illustrate all'interno delle app VR frantumano qualsiasi ostacolo causato dallo schermo del PC e, consentendo interazioni fisiche, riescono ad avvicinare il più possibile all'utente la sensazione di una realizzazione pragmatica (Kirner and Siscouto, 2007: 4).

Inoltre la VR crea condizioni che consentono ai processi di apprendimento essenziali di prosperare e che richiedono una serie di competenze, come capacità analitiche, identificazione dei problemi, analisi e risoluzione, nonché capacità decisionali.

REALTÀ VIRTUALE. UN NUOVO MODO DI INSEGNARE

Se chiedessimo ai nostri allievi quale emozione assocerebbero alla scuola, “noia” sarebbe probabilmente la risposta (Larson & Richard 1991, Mora 2011). Gli studenti annoiati possono andare incontro a conseguenze come la scarsa attenzione (Farmer & Sundberg 1986), minor interesse (Pekrun, Goetz, Daniels, Stupnisky & Perry 2010), negatività (Harris 2000) e una superficiale capacità di processare le informazioni, che spesso portano a voti bassi e all’abbandono scolastico (Dube & Orpinas, 2009; Wasson, 1981). La noia ha anche un effetto negativo sulle abilità cognitive e metacognitive, il che impedisce agli allievi di sfruttare il proprio massimo potenziale.

Ma perché i ragazzi e gli adolescenti si annoiano a scuola? I metodi tradizionali basati su una didattica frontale tendono ad allontanare gli studenti, che, insoddisfatti dall’esperienza negativa di un apprendimento passivo, spesso scelgono di abbandonare la scuola. Al contrario, più un allievo è coinvolto nel processo di apprendimento, tanto maggiore è la possibilità che migliori e sviluppi le proprie abilità.

Dobbiamo trovare forme di insegnamento complementari alla lezione frontale, per coinvolgere gli studenti e mostrar loro che la scuola può essere entusiasmante. Come detto in precedenza, qualcuno crede che la Realtà Virtuale (VR) potrebbe essere uno strumento attraverso il quale suscitare interesse negli allievi per quanto riguarda le materie studiate e per stimolare la loro curiosità.

Inoltre, introdurre strategicamente e, in seguito, incorporare questo tipo di applicazioni tecnologiche all’interno dei programmi scolastici ufficiali di materie solitamente repute noiose, di scarsa utilità o non particolarmente amate, come quelle relative allo STEM, può ravvivare l’interesse e stimolare la curiosità anche del più disinteressato o dell’allievo meno brillante, sfruttando la potenzialità educativa di questa pedagogia innovativa (Costa e Melotti, 2012).

LA VR STIMOLA LA PARTECIPAZIONE DEGLI ALLIEVI

La Realtà Virtuale è un'esperienza interattiva e immersiva. Gli allievi possono far qualcosa mai sperimentata prima in un ambiente sicuro: è possibile simulare viaggi in luoghi di interesse come monumenti, oceani, la Luna, lo spazio, il corpo umano ecc. (Lau & Lee 2015). Gli allievi sono liberi di esplorare l'ambientazione e di imparare con i propri tempi, per poi riflettere sull'esperienza con i propri compagni, migliorando così la partecipazione generale (Ferriter 2016).

È altresì possibile stimolare l'interesse per materie che gli allievi potrebbero considerare noiose o poco utili, consentendo loro di "immergersi" nella lezione. L'abilità di simulare un ambiente e di stimolare il senso della partecipazione di uno studente è una delle più interessanti opportunità fornite dalla VR per creare esperienze educative sempre più coinvolgenti.

LA VR CONSENTE ESPERIENZE AUTENTICHE

Durante l'apprendimento in classe, gli allievi spesso vengono "distratti" dal mondo reale (dalla propria vita quotidiana) e non riescono a comprendere perché debbano memorizzare fatti che non sembrano collegati alla vita reale. Preferirebbero un "apprendimento situato", strettamente connesso al contesto e svolto attraverso compiti autentici.

La VR dà agli allievi la possibilità di imparare attraverso esperienze significative, ovvero attraverso compiti autentici, con i quali si prova a cercare una soluzione a problemi reali e a cooperare con gli altri. Winn e altri (1997) hanno rilevato che allievi dal basso rendimento scolastico hanno migliorato i propri risultati più di quelli che hanno imparato attraverso lezioni frontali, superando perfino i più brillanti.

Per quanto riguarda gli allievi che frequentano scuole tecniche relative ai differenti settori dell'ingegneria o corsi relativi alle branche di Medicina, Biochimica e Biologia, la VR offre la possibilità di un addestramento virtuale che consente agli allievi di effettuare tutti i tentativi che desiderano, permettendo loro di applicare in reali condizioni un identico processo con accuratezza, confidenza e rigore, evitando inoltre le critiche e senza la paura di commettere errori che avrebbero comportato conseguenze di tipo economico o rischiose per la salute dell'allievo.

Daydream di Google ha condotto un esperimento che ha portato alla conclusione che le persone che hanno seguito la formazione VR hanno imparato più velocemente e meglio di quelle a cui sono stati semplicemente mostrati video tutorial. Esistono alcune app che aiuteranno gli studenti ad acquisire nuove competenze. Ad esempio, Unimersiv offre Forklift VR Training, che insegnerà agli utenti come guidare un carrello elevatore, come controllarlo, la gravità e le regole di sicurezza.

In più, la VR permette agli allievi di addestrarsi virtualmente in tempo reale, mentre parallelamente consente loro di cronometrare o valutare le proprie performance e di tener traccia dei propri progressi totali.



Addestramento all'uso della gru attraverso la VR da parte della Bechtel Brothers and ITI (Fonte: <https://www.roadtovr.com/bechtel-partners-iti-expand-vr-crane-training-capabilities/>)

Attraverso l'incremento del livello di partecipazione dello studente, grazie alla sua abilità di simulare un vivido senso della presenza e immersione, se paragonato alle tradizionali lezioni frontali, la VR genera un processo esperienziale unico, multi-sensoriale e laboratoriale che facilita le interazioni tra partecipanti e oggetti, permettendo alla comunità di discenti di esplorare fenomeni fino a qualche decennio fa impensabili.

Alcune applicazioni VR (come la VR Language Learning e il Public Speaking VR) forniscono agli allievi un modo per esercitarsi a parlare in pubblico senza sentirsi ansiosi (Virtual Speech, 2016). Uno di questi esempi è Mondly, disponibile per Android e Oculus Rift. Si concentra su scenari realistici, come l'arrivo in hotel, una corsa in taxi, ordinare al ristorante o chiacchierare in treno. L'utente ha un interlocutore che risponderà scegliendo le proprie parole da una lista di possibili risposte.

* <https://www.fluentu.com/blog/virtual-reality-language-learning/>

È presente anche un software di riconoscimento vocale che permette di avere un feedback immediato sulla pronuncia, che è particolarmente utile per perfezionare abilità del parlato. Mondly VR offre 30 lingue, incluse il Cinese, Francese, Inglese, Tedesco, Russo o Spagnolo.

Inoltre, la VR permette di far pratica in un ambiente altamente immersivo e molto vicino a situazioni del mondo reale: gli studenti possono visitare qualsiasi località, periodo storico e/o persona. È possibile, ad esempio, per gli allievi osservare il proprio futuro posto di lavoro: Google Expeditions permette agli allievi di seguire uno scienziato o un professionista nei loro laboratori o uffici (O'Brien 2016). Questo tipo di tecnologia può risultare davvero utile, specialmente per quelle scuole con poche risorse: anche se gli allievi stanno esplorando uno spazio virtuale, possono fare esperienze autentiche significative, che potrebbero incoraggiarli a imparare di più sui propri interessi e/o sulla loro carriera futura, inclusi campi che solitamente non sono tanto trattati a scuola (Butler 2003).

COMPRENDERE IL PUNTO DI VISTA ALTRUI

Uno degli utilizzi più interessanti della VR è la visualizzazione di modelli complessi, come ad esempio simulare di essere un anziano, un neonato o uno studente dislessico: gli studi hanno dimostrato che l'uso della VR per questi scopi ha stimolato notevolmente l'empatia nei confronti delle generazioni più vecchie e più giovani (Passig, Klein & Neuman 2001; Bailenson e altri 2008); migliora, inoltre, la consapevolezza degli insegnanti dell'esperienza cognitiva di un alunno dislessico (Shavit 2005). La VR ha la capacità di creare empatia negli studenti e nei docenti, immergendoli in un'esperienza realistica, cambiando il loro punto di vista e offrendo loro la possibilità di comprendere il punto di vista altrui.

LA VR STIMOLA LA CREATIVITÀ

La VR permette a chi la usa di creare qualcosa dalla propria immaginazione e di manipolare oggetti per facilitare l'acquisizione di concetti complessi. Gli allievi possono facilmente dar forma alle proprie idee astratte e quindi dimostrare i propri modelli mentali (Winn e altri 1997); è altresì possibile migliorare le proprie abilità artistiche, per esempio dipingendo, scolpendo e creando oggetti 3D utilizzando materiali impossibili, come fuoco, neve, stelle, grazie a Tiltbrush, una applicazione Google. Secondo la teoria della "conoscenza incorporata" (Da Rold 2018) questo tipo di esperienza sviluppa l'apprendimento cognitivo.

VR: ESEMPI DI APPLICAZIONE NELL'ISTRUZIONE

Quando si tratta di scienze naturali, la ricerca indica che lo studente, essendo al centro del processo di apprendimento e applicando le premesse costruttiviste dell'apprendimento, può sfruttare appieno una serie di possibilità fornite dalle app VR, che consentono sia la visualizzazione che la manipolazione di oggetti tridimensionali trattabili.

Pertanto, gli studenti acquisiscono competenze che consentono loro di acquisire una percezione accurata e una comprensione approfondita anche dei concetti matematici scientifici più astratti, mentre in parallelo ottengono la possibilità di costruire rappresentazioni tridimensionali di concetti spaziali (ad esempio per strutture e sistemi geometrici), la cui cattura non poteva essere facilmente spiegata oralmente o addirittura delineata con l'aiuto di illustrazioni bidimensionali su un pezzo di carta (Lima et al., 2007: 3).

In Statistica, ad esempio, dove i dati sono multi-vari, l'interpretazione e l'analisi dei dati potrebbero essere condotte in modo interattivo in sistemi di immersione specializzati in grado di rispondere in una varietà di stili cognitivi, consentendo agli alunni di diversi livelli di prestazioni di comprendere complessi set di dati.

Per quanto riguarda le persone con diversi stili cognitivi, la tecnologia VR può offrire allo studente una selezione multipla di diverse metodologie per assorbire la conoscenza; imparare usando la grafica e le immagini invece di teorie / formule e principi, esplorazione invece di deduzione, interazione attiva invece di riflessione, comunicazione visiva invece di comunicazione verbale (Kaufman, 2009).

ALCUNI ESEMPI DI VR INTEGRATI NELL'APPRENDIMENTO DELLE STEM:

Plainview-Old Bethpage Central School District a New York

Questa scuola ha utilizzato le stazioni di lavoro zSpace per insegnare diversi argomenti, come le leggi del movimento o dell'anatomia di Newton (Zaino 2016). Gli studenti possono interagire con la materia insegnata in modo creativo e coinvolgente, impilando blocchi, installando rampe, lanciando palle; oppure possono letteralmente girare attorno a un cuore 3D, per capire come è fatto e come funziona e sentirne il ritmo andare più veloce o più lento.

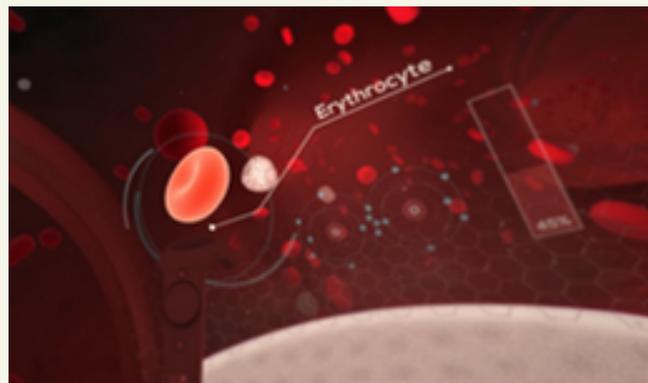
Gli studenti possono esplorare le materie al proprio ritmo, senza vergognarsi dei propri errori, che diventano, secondo l'apprendimento del costruzionista, un'opportunità per migliorare le proprie capacità e conoscenze.

Arizona State University

Il laboratorio di biologia della realtà virtuale è uno dei modi più interessanti che questa Università ha adottato per insegnare questa materia. Tramite Daydream VR, un sistema operativo di Google, gli studenti possono accedere ai contenuti accedendo con i propri account Google. Dopo aver effettuato l'accesso, gli studenti devono "indossare" un camice da laboratorio e guanti per procedere. In questo laboratorio, gli studenti devono prelevare due campioni di sangue dai giocatori di basket per determinare il loro livello di glucosio nel sangue. Dopo questa esperienza, possono vedere cosa c'è dentro una molecola di glucosio e viene loro chiesto di mettere la molecola nel posto giusto per dimostrare il ciclo di Krebs (Faller 2018).

The Body VR

Viaggio all'interno di una cellula: grazie a questa esperienza VR gratuita, gli studenti possono viaggiare attraverso il flusso sanguigno, scoprendo come funzionano le cellule del sangue per diffondere ossigeno in tutto il corpo: gli studenti possono anche decidere di "saltare" in una cellula vivente, al fine di imparare come funziona (The Body VR, n/a).



The Body VR: Viaggio all'interno di una cellula - HTC Vive Trailer
(Retrieved: screenshot from The Body VR Youtube channel)

CalcFlow

Questa applicazione, rivolta agli studenti delle scuole superiori, offre l'opportunità di esplorare teoremi e scenari matematici nella realtà virtuale. Le funzionalità incluse sono: manipolazione dei vettori con le mani, esplorazione di somme e prodotti vettoriali, creazione di una funzione parametrizzata e di un campo vettoriale (Bambury 2018).

Math VR

L'applicazione presenta una serie di attività (principalmente geometriche): agli studenti viene chiesto di identificare proprietà come bordi e vertici; è possibile fornire contenuti come insegnante o accedere ai contenuti come studente, tramite VR Headset. Questo tipo di compiti sono molto utili al fine di migliorare la consapevolezza spaziale degli studenti (Bambury 2018).

4D Toys

È un'immersione estremamente interattiva in un mondo 4D: gli utenti devono spostare gli oggetti attraverso la quarta dimensione raccogliendoli, quindi facendo scorrere un dito su una superficie tattile per spostarsi avanti e indietro nello spazio 4D. Il testo didattico appare e reagisce a ogni presa di oggetti e scorre nello spazio quadridimensionale (Machkovech 2017).



Times Tables VR è un modo divertente per gli studenti di esercitare le loro abilità di moltiplicazione nella realtà virtuale usando solo i loro occhi in un ambiente immersivo a 360 gradi (Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.KhoraVR.MathGame&hl=en>)

Medieval Math VR

Un'altra applicazione che utilizza un approccio ludico: gli studenti devono difendere le proprie torri lanciando frecce su un'orda di nemici. Per guadagnare più frecce si devono risolvere alcuni problemi di matematica. È possibile giocare con quattro diversi tipi di esercizi, ovvero addizione / sottrazione, moltiplicazione / divisione, frazioni, pre-algebra. (Bambury 2018).

Fantastic Contraption

Questo è un altro esempio che utilizza la teoria del costruttivismo per rafforzare i principi della fisica; in esso il giocatore costruisce una macchina ed usa le proprie abilità di risoluzione dei problemi fino a quando la macchina non funziona correttamente (Porter, 2015). In questo modo è possibile migliorare le capacità visive e manipolative e, al contempo, acquisire i contenuti STEM.

LE OPINIONI DEGLI ESPERTI

Per avere un riscontro pratico sul tema della realtà virtuale nell'insegnamento, i partner del progetto Math Reality hanno posto ad alcuni esperti e professionisti internazionali alcune domande riguardo all'uso della realtà virtuale nell'istruzione.

Pensi che, se le tue scuole avessero integrato la realtà virtuale nel processo di insegnamento, avresti sperimentato un migliore sviluppo personale e professionale?

Beh, se avessi beneficiato di questo tipo di insegnamento, avrei sicuramente iniziato la mia attività prima. Per quanto riguarda il mio sviluppo personale, un modo moderno di insegnare usando la realtà virtuale avrebbe reso la mia vita di studente molto più semplice, perché di fatto avrei appreso dall'esperienza; avrei apprezzato di più le lezioni grazie alla possibilità di visualizzare le informazioni fornite. Prendiamo ad esempio fisica, chimica e matematica, e in particolare la geometria: la realtà virtuale può rivoluzionare l'intero concetto di insegnamento di queste materie, in quanto potrebbe trasformarle in un'esperienza pratica".

Ovidiu Pop, CEO di Ovilex,
azienda rumena che è orgogliosa di creare alcuni dei migliori giochi che coinvolgono simulazioni di guida e pilotaggio.

Cosa ne pensi dell'utilizzo della tecnologia VR in classe? Quali sono i vantaggi e le possibili sfide?

Penso che la realtà virtuale abbia sicuramente un posto importante in classe. Secondo me, è più coinvolgente e più immersiva di qualsiasi altro contenuto spendibile in classe; supera di gran lunga libri di testo, video, immagini e siti Web. Ma non è qualcosa che penso sostituisca quegli altri mezzi di apprendimento. Dovrebbe essere una parte di quel bagaglio che eleva e migliora il processo di apprendimento insieme a tutti gli altri mezzi.

Ho visto in prima persona quanto può essere coinvolgente la realtà virtuale per gli studenti. Ha la capacità di trasportare i tuoi studenti in qualsiasi parte del mondo, in qualsiasi momento della storia e persino in luoghi inimmaginabili. Ma la realtà virtuale, proprio come con qualsiasi altro strumento di apprendimento, ha anche le sue sfide. Principalmente il costo dei dispositivi, il costo dei contenuti ed un accesso equo in tutte le scuole.

Michele Fricano II.
Specialista di integrazione tecnologica e insegnante di tecnologia per K-6 presso la scuola "Iolani" alle Hawaii.

Quali materie ritieni siano più adatte all'uso della realtà virtuale?

È difficile attribuire ad una materia l'uso esclusivo della realtà virtuale, poiché la sua applicazione la trasforma automaticamente in materia trasversale. La VR è applicabile in geografia, scienze, storia, arte, ecc.

Questa tecnologia consente di migliorare la comprensione narrativa, ricreare scenari immersivi esperienziali, immaginare e costruire mondi narrativi, sviluppando scene basate su fatti o dati.

Jordi Martos,
esperto in AR, VR ed User Experience di PublicVisual a Barcellona.

Qual è il ruolo di un insegnante che utilizza la realtà virtuale?

Alcuni potrebbero pensare che la realtà virtuale possa potenzialmente sostituire gli insegnanti in classe. Io personalmente ritengo che l'insegnante non possa mai essere sostituito, a causa dell'empatia e delle connessioni personali che portiamo nelle nostre classi con i nostri studenti. La realtà virtuale è solo un altro strumento nel bagaglio professionale di un insegnante. Il ruolo degli insegnanti durante l'utilizzo della realtà virtuale in una lezione è quello di facilitare le discussioni e porre domande stimolanti, che aiutino gli studenti ad applicare ciò che vedono nell'esperienza VR a ciò che già fanno o a ciò che stanno imparando in classe.

Michele Fricano II
Specialista di integrazione tecnologica e insegnante di tecnologia per K-6 presso la scuola "Iolani" alle Hawaii.

Gli esseri umani sono importanti per la connessione tra contesto e apprendimento - senza questa connessione l'apprendimento si perde. Gli insegnanti devono prima creare il supporto per l'apprendimento, e quindi utilizzare la realtà virtuale.

Craig Kemp
Educatore con oltre 14 anni di esperienza sia in classe che in dirigenza e consulenza, sostenitore della realtà virtuale nell'ambito dell'istruzione.

VR: SICUREZZA E RISCHI PER LA SALUTE

La tecnologia VR, in futuro, cambierà completamente il modo in cui insegniamo, pratichiamo o addirittura pensiamo l'educazione. Sebbene i vantaggi dell'applicazione della tecnologia VR nell'istruzione siano enormi, è anche importante essere consapevoli delle potenzialità di tale tecnologia, che quindi dovrebbe essere utilizzata correttamente e consapevolmente.

Esistono diversi contesti per utilizzare la realtà virtuale, come ad esempio il campo dell'istruzione e il tempo libero. Ma vi siete mai chiesti qual è la durata corretta di utilizzo continuativo della VR? Produttori come Oculus suggeriscono una "pausa di 10-15 minuti ogni 30 minuti, anche se non si ritiene di averne bisogno". Queste pause durante l'utilizzo della realtà virtuale ci aiutano a mitigare e ridurre sintomi come affaticamento degli occhi, mal di testa e, in alcuni casi, nausea. Gli esperti affermano che tali sintomi sono dovuti al modo in cui la VR influenza la connessione occhio-cervello, fenomeno detto "conflitto vergenza-accomodazione".

"In un ambiente virtuale, il modo in cui vediamo e interagiamo cambia perché potremmo presentare ai nostri occhi qualcosa che sembra molto lontano, ma in realtà è solo a pochi centimetri dall'occhio".

Walter Greenleaf, neuroscienziato comportamentale, studia la realtà virtuale in ambito medico da oltre 30 anni, e collabora con il Virtual Human Interaction Laboratory della Stanford University.

Nella vita reale i nostri occhi convergono e si concentrano naturalmente in un punto nello spazio, e il nostro cervello è così abituato a questo che unisce automaticamente le due attività. Invece la realtà virtuale le separa, confondendo il cervello.

Alcuni produttori hanno fissato un'età limite per l'utilizzo della VR, in genere di 13 anni, mentre PlayStation VR ha addirittura fissato tale limite a 12. Comunque sia, tutti i produttori dichiarano che la VR non dovrebbe essere utilizzata senza la supervisione di un adulto. Tenendo presente ciò, è molto importante che gli insegnanti siano sempre presenti quando si usa la VR in classe e che prestino molta attenzione ad eventuali contrazioni muscolari involontarie e perdita di equilibrio come segnale di potenziale problema.*

* <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>

Per evitare tali effetti collaterali, si consiglia di utilizzare pause frequenti, regolare le cuffie, stringere o allentare le cinghie e fissare la distanza focale o la distanza degli occhi. **

Le informazioni di sicurezza di HTC Vive recitano "Mentre indossi il visore sei cieco al mondo che ti circonda. Per la tua sicurezza personale, non fare affidamento su ciò che vedi". Pertanto, è molto importante che l'aula sia sicura per le attività con tecnologia VR: in particolare non dovrebbero esserci ostacoli sul pavimento o nell'area di manovra. La guida all'uso della salute e della sicurezza nella realtà virtuale sottolinea che è importante rimanere seduti con il visore, a meno che la realtà in cui si è immersi non richieda di stare in piedi.

Per evitare irritazioni alla pelle o agli occhi, l'igiene dei visori è di fondamentale importanza. È necessario pulirli ad ogni utilizzo con salviette antibatteriche non alcoliche, e con un panno in microfibra asciutto per le lenti. I visori VR devono essere conservati in un luogo in cui non raccolgano polvere; di tanto in tanto è bene inoltre spolverarli. Inoltre, le persone che hanno una condizione contagiosa non dovrebbero condividere i visori con gli altri.

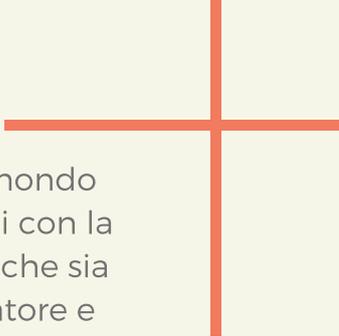
La realtà virtuale non è adatta ad ogni obiettivo didattico: vi sono alcuni scenari di insegnamento in cui la VR può essere usata, e alcuni in cui è preferibile non utilizzarla. Alcuni autori affermano che la VR può essere immagazzinata nel centro di memoria del cervello in modo simile alle esperienze fisiche del mondo reale.

Sebbene tutto ciò sia molto utile per l'istruzione e la formazione, si possono verificare gravi conseguenze emotive e psicologiche se il contenuto della realtà virtuale non è appropriato. Se il contenuto è aggressivo, violento o tale da provocare ansia, può indurre il corpo a reagire fisicamente, incluso un aumento della frequenza cardiaca e della pressione sanguigna, o indurre reazioni psicologiche come ansia, paura o persino disturbi da stress post traumatico.

** <https://www.vesttech.com/4-health-risks-from-using-virtual-reality-headsets/>
<https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>
<http://www.classvr.com/health-and-safety/>

Ibid.

Pantelidis (2009)



L'autore Bailens saggiamente suggerisce: “Se tu dovessi farlo nel mondo reale, che effetto avrebbe su di te? E' questo il modo di rapportarsi con la realtà virtuale, perché quando la VR è fatta bene, il cervello crede che sia reale”. Pertanto è importante che il contenuto sia educativo, ispiratore e appropriato all'età dell'utilizzatore.

In conclusione, l'applicazione della realtà virtuale per scopi educativi ha molti vantaggi. Fornisce agli insegnanti nuove forme e metodi di visualizzazione e presentazione, che possono davvero fare la differenza nell'istruzione e condurre gli studenti a nuovi modi di apprendimento, più interessanti e utili. Tuttavia ci sono anche alcuni rischi e svantaggi nell'utilizzo della realtà virtuale in classe, che non devono essere trascurati. Ma come per tutta la tecnologia, alcuni di questi rischi possono essere eliminati con un uso appropriato e seguendo le linee guida di sicurezza.

VR: TERMINOLOGIA TECNICA

Nelle prime pagine dell'opuscolo abbiamo dato le definizioni di VR, AR e Mixed Reality. In questa sezione dell'opuscolo presentiamo una spiegazione più approfondita di ciò che è la realtà virtuale.

DIVERSI TIPI DI REALTÀ VIRTUALE

La realtà virtuale può essere immersiva o no. Ciò che distingue i due tipi è la diversa tecnologia dei dispositivi (sia hardware che software).

- **Sistemi non immersivi:** si basano sull'uso di monitor, mouse o touchscreen. Sono sistemi più semplici, hanno un costo più basso e sono ideali per corsi di formazione a distanza (via Web).
- **Sistemi immersivi:** non consentono il contatto con il mondo reale. I sistemi più perfezionati consentono all'utente di sentirsi completamente "immerso" nel mondo virtuale.

Il fenomeno dell'immersione può essere sperimentato attraverso 4 diverse modalità, a seconda della strategia adottata per generare questa illusione.

Possiamo avere:

- realtà individuale
- realtà collettiva (pod, o group cab)
- caverna (cave)

basata sull'uso di più schermi di proiezione di grandi dimensioni disposti ortogonalmente tra loro per creare un ambiente tridimensionale (caverna) in cui si trova un gruppo di utenti. Di questi utenti, uno si assume il compito di navigare, mentre gli altri possono dedicarsi alla visualizzazione degli ambienti in tempo reale.

- **operatore isolato HMD (Head Mounted Display):**

è un dispositivo di visualizzazione, indossato sulla testa o come parte di un casco. Il campo visivo dell'utente è occupato completamente, in modo tale che non ha alcuna percezione dell'ambiente circostante. Questo permette all'utente di immergersi completamente nella realtà virtuale, e di percepire esclusivamente le immagini create dal computer e riprodotte sullo schermo.

* <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>

** <https://www.vesttech.com/4-health-risks-from-using-virtual-reality-headsets/>

VI SONO 3 CATEGORIE PRINCIPALI DI VISORI VR:

1. Visori per realtà virtuale mobile: sono praticamente custodie, che non hanno un proprio schermo o processore ma possono alloggiare un telefono cellulare, in cui verranno riprodotte le immagini.



Esempi di Samsung Gear VR e Google cardboard
(Retrieved from: www.amazon.com)

Specifiche tecniche da verificare:



- compatibilità con smartphone (dimensioni dello schermo e sistema operativo)
- sistema di aggancio
- durata della batteria del telefono in situazioni di gioco
- buona circolazione dell'aria nel visore per evitare il surriscaldamento

2. Visori per realtà virtuale senza processore: includono schermo e sensori propri, ma sono collegate a un dispositivo esterno (in genere un personal computer) per ricevere le immagini.



Esempio di visori senza processore: HTC Vive ed Oculus Rift
(Retrieved from: www.amazon.com)

Specifiche tecniche da verificare:



- alimentazione e requisiti di sistema del computer
- numero e lunghezza dei cavi
- facilità di installazione del dispositivo
- spazio necessario per il pieno utilizzo del dispositivo
- capacità di memoria

3. Visori per realtà virtuale autonomi: sono quelli che includono tutti i componenti necessari, come maschera, schermo, sensori e processore.



Foto: Visore Oculus Go
(Retrieved from: www.amazon.com)



Specifiche tecniche da verificare:

- durata della batteria e tempo di ricarica
- capacità di memoria

CARATTERISTICHE DEI VISORI

Tutti i visori VR hanno un qualche sistema di tracciamento, variabile in base ai modelli. I visori VR possono essere suddivisi in due tipi:

- VR fisso (3 Gradi di Libertà)
- VR mobile (6 Gradi di Libertà)

Gradi di libertà VR (DoF)



3 gradi di libertà



6 gradi di libertà

Foto: aniwaa.fr (adapted from @YuukiOgino)

I 6 GRADI SONO:

- **Rollio:** inclinazione laterale della testa (come quando si sbircia dietro un angolo)
- **Beccheggio:** inclinazione della testa lungo un asse verticale (cioè guardando in alto o in basso).
- **Imbardata:** movimento di rotazione della testa lungo un asse orizzontale (cioè guardando a sinistra o a destra)
- **Elevazione:** movimento del corpo verso l'alto o verso il basso (cioè spostandosi da piegati a in piedi)
- **Scarto:** movimento del corpo da sinistra a destra (ad es. quando si evita un ostacolo)
- **Avanzamento:** movimento del corpo avanti o indietro (cioè quando si cammina)

TRE GRADI DI LIBERTÀ (DOF) - MOVIMENTO ROTAZIONALE

I 3 movimenti di rotazione sono beccheggio, imbardata e rollio. Questi movimenti sono tracciati dalla maggior parte dei sensori di bordo degli HMD. Mentre inclini e giri la testa, l'HMD rileva i movimenti e altera il suo display di conseguenza.

I movimenti rotazionali sono tracciati da unità di misura inerziali (IMU) quali accelerometri, giroscopi e magnetometri. Queste IMU misurano la velocità, l'orientamento e le forze gravitazionali dell'HMD per dedurre l'orientamento e il movimento rotazionale della testa

Le 3 IMU sono spesso commercializzate con il termine "9 DoF". I 9 gradi di libertà (DoF) vengono calcolati sommando i 3 DoF rilevati da ciascuna IMU, anche se in realtà accelerometro, giroscopio e magnetometro misurano tutti gli stessi 3 gradi di libertà: beccheggio, imbardata e rollio.

In sostanza, questi strumenti consentono a un dispositivo di misurare come ci si sta muovendo lungo tre tipi di rotazione direzionale (3 DoF). Alcuni movimenti dell'utente sono registrati da questi sensori e tradotti in modo che il programma VR in esecuzione sul telefono possa rispondere in tempo reale.

SEI GRADI DI LIBERTÀ: MOVIMENTO ROTATORIO E TRASLATORIO

MOVIMENTI TRASLATORI

I 3 movimenti traslatori sono sinistra/destra, avanti/indietro e su/giù. Questi movimenti sono generalmente registrati da una videocamera esterna o altri sensori. Pochi HMD utilizzano sensori integrati per tenere traccia dei movimenti traslatori.

La capacità di registrare i movimenti traslatori è necessaria per il sistema di tracciamento, ossia la capacità di determinare la posizione assoluta di un oggetto in un ambiente 3D.

Incorpora le tre misurazioni rotazionali (rollio, beccheggio e imbardata) e aggiunge tre ulteriori movimenti direzionali che consentono a una persona di muoversi fisicamente in uno spazio virtuale, anziché semplicemente stare in un punto.

Con 6 gradi di libertà (6 DoF) vengono monitorati sia il visore che i controller indossati dall'utente. Ciò può essere ottenuto utilizzando sensori esterni per catturare i movimenti (tracciamento dall'esterno) o usando sensori collegati al visore stesso (tracciamento dall'interno), che invia continuamente le posizioni di visore e controller al computer.

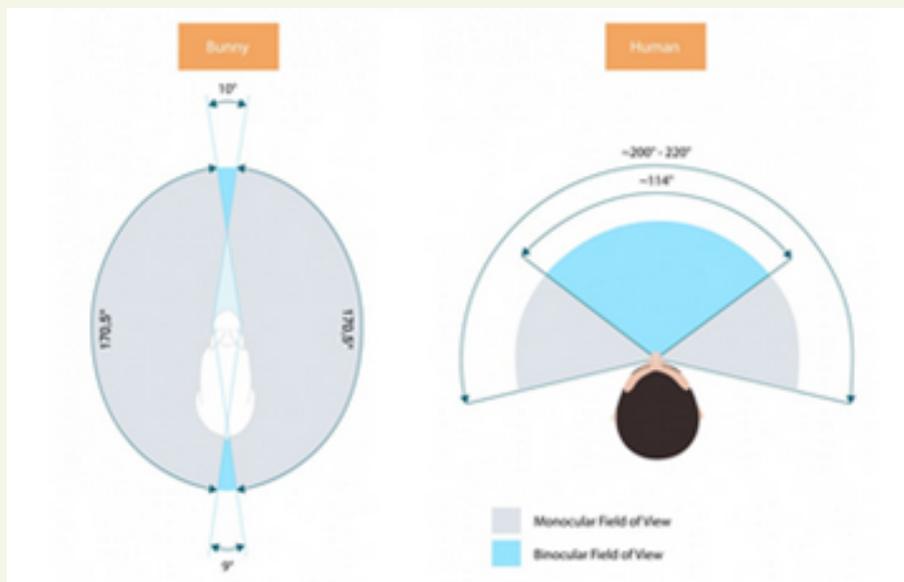
A. RISOLUZIONE

Poiché lo schermo è molto vicino agli occhi, è essenziale che la risoluzione che propone sia il più elevata possibile. Più è alta, maggiore sarà l'immersione; in caso contrario otterremo una sgranatura e il cosiddetto effetto pixel.

Un altro criterio è la profondità del nero. Con i classici schermi LCD, schermi a LED o schermi FULL-LED, il nero non è "profondo", cioè appare grigio scuro. Con i display con tecnologia OLED e AMOLED, un pixel nero è davvero nero; il contrasto (il passaggio tra un'area scura e una chiara) è quindi molto migliore.

B. CAMPO VISIVO (FOV)

Gli esseri umani hanno una visione binoculare che permette loro di percepire oggetti 3D con un'apertura angolare di circa 114° .



Source: VR Lens Lab

La coppia di lenti all'interno dei visori consente di sostituire la visione standard dello schermo con una visione quasi reale. Queste particolari lenti definiscono il campo visivo FOV. Se un FOV di grandi dimensioni consente una buona immersione, il fattore essenziale per una buona esperienza VR è la corrispondenza perfetta tra il FOV e le dimensioni dello schermo.

C. GRADO DI INTERAZIONE

L'idea di interazione è connessa alla capacità dell'applicazione di rilevare gli input dell'utente e cambiare immediatamente il mondo virtuale e le azioni in esso (capacità reattiva)

VIDEO A 360°: l'unica interazione possibile è spostare il video nell'angolazione che vogliamo vedere.



Fonte: airpano.com

Kinect è un dispositivo basato su sensori che consente agli utenti di controllare e interagire con il dispositivo senza limiti fisici tradizionali, attraverso un'interfaccia naturale basata su gesti, movimento, voce, riconoscimento delle forme, oggetti e immagini.

Tracking: i dispositivi di tracciamento possono essere utilizzati essi stessi come strumenti per interagire con il mondo virtuale. Per fare ciò, un ricevitore viene accoppiato a un controller wireless.



Esempio di vari controller wireless
Fonte: www.amazon.com

- Tracciamento della testa
- Tracciamento oculare
- Tracciamento della mano
- Tracciamento dell'ambiente

Telefoni cellulari: i dispositivi mobili di oggi dispongono di sensori che consentono di misurare posizione, orientamento o velocità di movimento. Ciò consente di usarli come sistemi di interazione (con una funzionalità simile a un telecomando Wii). Di fatto i dispositivi Android sono utilizzati come meccanismo di interazione nei mondi virtuali.

D. AMBIENTI INDIVIDUALI O COLLABORATIVI

Individuale: solo una persona può interagire nel mondo virtuale (videogiochi non multiplayer, cinema 3d, ecc.)

Collaborativo (multiplayer) È possibile che più di una persona condivida lo stesso mondo virtuale, ed è possibile una interazione tra utenti.

CONCLUSIONI

Insegnare e apprendere con l'aiuto della realtà virtuale porta, come detto sopra, una serie di vantaggi quali: offrire la visione di realtà che altrimenti non sarebbero possibili in classe, creare interesse e aumentare il coinvolgimento.

Basandosi su una conoscenza costruita sulla creazione di esperienze, permette altresì di studiare con minore sforzo. La connessione emotiva offerta da un'esperienza immersiva fatta in prima persona, aumenta la motivazione e ha un impatto maggiore sui processi di apprendimento. Inoltre fornisce agli studenti le competenze associate a compiti come esplorare, interpretare, analizzare, risolvere i problemi e comunicare.

Data la vasta gamma di applicazioni tra cui scegliere, VR mira a migliorare la qualità dell'istruzione in diverse aree di insegnamento. Trasforma infine la figura dell'insegnante: che passa da un ruolo di istruttore a quello di un facilitatore, che deve orientare gli studenti nell'uso consapevole, pedagogico e critico di questi contenuti o tecnologie. Lo studente diventa creatore e fruitore di esperienze, migliorando le proprie abilità e competenze inerenti al processo creativo.

BIBLIOGRAFIA

- 4 Health Risks From Using Virtual Reality Headsets, <https://www.vesttech.com/4-health-risks-from-using-virtual-reality-headsets/>
- Adamo-Villani, N., Carpenter, E., & Arns, L. (2006). An immersive virtual environment for learning sign language mathematics. ACM Proceedings of SIGGRAPH 2006 - Educators, Boston, ACM Digital Library, New York: ACM Publications.
- and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality", Themes In Science And Technology Education, Special Issue: 59-70
- Bailenson, J., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A., Lundblad, N. and Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: digital transformations of teachers, students and social context, *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 17, pp.102-141.
- Bambury, S. (2018), Exploring Mathematics in VR, 4 June. Retrieved from <https://www.virtualiteach.com/single-post/2018/06/04/Maths-in-VR>
- Barilli E. C. V. C. Virtual Reality Technology as an Didactical and Pedagogical Resource in Distance Education for Professional Training, *Distance Education*, 2012 <https://www.intechopen.com/books/distance-education/the-technology-of-virtual-reality-as-a-pedagogical-resource-for-professional-formation-in-the-distan>
- Barilli E. C. V. C.; Ebecken N. F. F.; Cunha G. G.. The technology of virtual reality resource for formation in public health in the distance: an application for the learning of anthropometric procedures. *Ciência, saúde coletiva* vol.16, supl.1, Rio de Janeiro, 2011.
- Becker, F. Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos. Porto Alegre. Paixão de Aprender, No. 5:18-23, 1993.
- Butler, S.K. (2003). Helping urban African American high school students to excel academically: the roles of school counselors, *The High School Journal*, Vol. 87, No. 1, pp.51-57.
- Costa N.; Melotti M. Digital Medias in Archaeological Areas, *Virtual Reality, Authenticity and Hyper-Tourist Gaze*, *Sociology Mind*, Vol. 2, No. 1, 53-60, 2012.
- Costa R. C.; Vidal L. A. Experimentando um Ambiente Virtual com Pacientes Neuropsiquiátricos. Comunicação apresentada na II Conferência Internacional. Challenges, 2001.
- Crosier, J., Cobb, S. and Wilson, J. (2000). „Experimental Comparison of Virtual Reality with Traditional Teaching Methods for Teaching Radioactivity”, *Education and Information Technologies*, 5 (4): 329 – 343
- Da Rold, F. (2018), Defining embodied cognition: The problem of situatedness. *New Ideas in Psychology*, Vol. 51, pp.9-14
- Delialioglu, O. (2012). Student engagement in blended learning environments with lecture-based and problem-based instructional approaches, *Journal of Educational Technology and Society*, Vol. 15, No. 3, pp.310-322
- Dube, S. R., & Orpinas, P. (2009). Understanding Excessive School Absenteeism as School Refusal Behavior, *Children & Schools*, Vol. 31, No. 2, pp.87-95
- Faller, M. B. (2018). ASU online biology course is first to offer virtual-reality lab in Google partnership, 23 August. Retrieved from <https://asunow.asu.edu/20180823-solutions-asu-online-biology-course-first-offer-virtual-reality-lab-google-partnership>
- Farmer, R., & Sundberg, N. D. (1986). Boredom proneness - the development and correlates of a new scale. *Journal of Personality Assessment*, Vol. 50, No. 1, pp.4-17.
- Ferriter, B. (2016), Tool Review: #GoogleExped.s. Virtual Reality App, The Tempered Radical, 9 March. Retrieved from <http://blog.williamferriter.com/2016/03/09/tool-review-googleexpeditions-virtual-reality-app/>
- Harris, M. B. (2000). Correlates and characteristics of boredom proneness and boredom., *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 30, No. 3, pp.576-598.
- <https://insights.samsung.com/2016/06/22/promote-stem-learning-success-with-virtual-reality-in-education/>
- Hu-Au, E. and Lee, J. (2017). Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age, *Innovation in Education*, 4(4): 215 – 226
- Kaufman, H. Virtual Environments for Mathematics and Geometry Education, THEMES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION Special Issue, Pages 131-152, Klidarithmos Computer Books, 2009.
- Kaufmann, H.; Dünser, A. Summary of usability evaluations of an educational augmented reality application. In R. Shumaker (Ed.), *HCI International Conference (HCII 2007)* Vol. 14, (pp. 660-669). Beijing, China: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kirner Claudio; Siscouto Robson. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Petrópolis – RJ, May, 2007.
- Larson, R. W., and Richards, M. H. (1991). Boredom in the middle school years: Blaming schools versus blaming students. *American Journal of Education*, Vol. 99, No. 4, pp.418-443.
- Lau, K. and Lee, P. (2015), The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas, *Interactive Learning Environments*, Vol. 23, No. 1, pp.3-18.
- Lima A. J.; Haguenaer C.; Cunha G.. A Realidade Aumentada no Ensino de Geometria Descritiva. GRAPHICA, Curitiba, 2007.
- Machkovech, S. (2017). Crazy VR game lets you explore a world made from 4D mathematical models, 6 March. Retrieved from <https://arstechnica.com/gaming/2017/06/learn-the-ways-of-the-fourth-dimension-with-a-bonkers-vr-playset/>
- Middle School., *Penn GSE Perspectives on Urban Education*, Vol. 9, No.1.
- Mora, R. (2011). “School Is So Boring”: High-Stakes Testing and Boredom at an Urban
- O'Brien, S. (2016) Exped.s. Career Tours can take Kids to Work, *Virtually..* 28 April. Retrieved from <https://www.blog.google/outreach-initiatives/education/expeditions-career-tours-can-take-kids/>
- Pantelidis, V. (2009). „Reasons to Use Virtual Reality in Education
- Passig, D., Klein, P and Neuman, T. (2001). Awareness to Toddlers' Initial Cognitive Experiences with Virtual Reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 17, No. 4, pp.332-344.
- Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L. M., Stupnisky, R. H., & Perry, R. P. (2010). Boredom in achievement settings: Exploring control-value antecedents and performance outcomes of a neglected emotion., *Journal of Educational Psychology*, Vol. 102, No.3, pp.531-549
- Porter, C.G. (2015), Hands-on: Creating Magical Machines with 'Fantastic Contraption' on HTC Vive, *Road to VR*, 21 August, Retrieved from <http://www.roadtovr.com/fantastic-contraption-htc-vive-hands-on-pax-prime-2015/>
- Shavit, M. (2005), The Impact of Virtual Reality on the Educators Awareness of Cognitive, Emotional and Social Experiences of a Dyslectic student. Masters thesis submitted to the School of Education, Graduate Program of ICT in Ed., Bar Ilan University, Israel: Ramat-Gan.
- The Body VR, *Journey inside a Cell*. Retrieved from <https://thebodyvr.com/journey-inside-a-cell/>
- The Very Real Health Dangers Of Virtual Reality, <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>
- Virtual Reality Headset Hygiene Best Practices, <https://vrcover.com/virtual-reality-headset-hygiene-best-practices/>
- Virtual Reality Health & Safety Usage Guide, <http://www.classvr.com/health-and-safety/>
- Winn, W., & Bricken, W. Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32(12), 12-19, 1992.
- Winn, W., Hoffman, H., Hollander, A., Osberg, K., Rose, H. and Char, P. (1997). The effect of student construction of virtual environments on the performance of high-and low-ability students, Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association ResearchGate, Chicago, IL.
- Yeh, A., & Nason, R. VRMath: A 3D microworld for learning 3D geometry. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, Lugano, Switzerland (2004).
- Zaino, J. (2016), Promote STEM Learning Success With Virtual Reality in Education, 22 June. Retrieved from



Erasmus+

Questo progetto è stato finanziato con il sostegno della Commissione Europea. L'autore è il solo responsabile di questa pubblicazione e la Commissione declina ogni responsabilità sull'uso che potrà essere fatto delle informazioni in essa contenute.

Project code: 2018-1-FR01-KA201-048197



**Math
Reality**