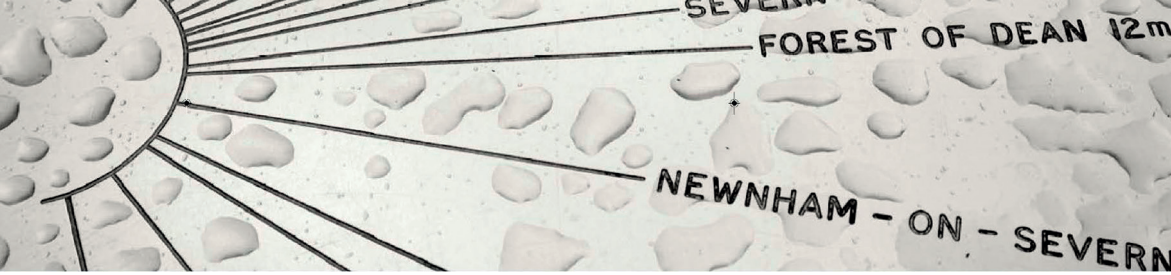

Territori digitali e nuove progettualità educative per l'insegnamento della geografia

A cura di
Daniela La Foresta

Tratti geografici
PEER REVIEWED SERIES
MATERIALI DI RICERCA E RISORSE EDUCATIVE
Associazione Italiana Insegnanti Geografia

FrancoAngeli

Tratti geografici
MATERIALI DI RICERCA E RISORSE EDUCATIVE
OPEN ACCESS
PEER REVIEWED SERIES

Direttore: **Daniela Pasquinelli d'Allegra** (Università di Roma Lumsa)

Condirettori: **Dino Gavinelli** (Università degli Studi di Milano) e **Fran Martin** (University of Exeter)

Comitato scientifico: **Angela Alaimo** (Università degli Studi di Trento), **Fabio Amato** (Università di Napoli "L'Orientale"), **Silvia Aru** (Università degli Studi di Cagliari), **Péter Bagoly-Simó** (Humboldt-Universität zu Berlin), **Gino De Vecchis** (Sapienza Università di Roma), **Giovanni Donadelli** (Università degli Studi di Padova), **Uwe Krause** (Fontys University of Applied Sciences Tilburg), **Paolo Molinari** (Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano), **Davide Papotti** (Università degli Studi di Parma), **Matteo Puttilli** (Università degli Studi di Firenze), **Daria Quatrida** (Università degli Studi di Padova), **Giacomo Zanolin** (Università degli Studi di Milano).

La collana *Tratti geografici*, curata dall'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia, si propone come una "cassetta per gli attrezzi" del geografo e pubblica volumi, sia collettanei sia monografici, che si pongano nella prospettiva di fornire riflessioni e materiali di lavoro e di sperimentazione nei campi della ricerca e dell'educazione geografica.

Gli argomenti trattati nella collana riguardano principalmente (ma non limitatamente) i seguenti ambiti:

- riflessioni su problematiche e questioni di carattere geografico, spaziale e territoriale con un'attenzione rivolta alle ricadute educative;
- sperimentazioni di approcci, strategie, tecniche e metodologie innovative nella ricerca, nell'educazione e nella didattica della geografia;
- implementazioni delle nuove tecnologie sul territorio e nella formazione geografica;
- applicazioni del sapere e delle competenze geografiche nel lavoro sul campo e sul terreno.

La scelta del formato digitale *open access* per alcuni titoli è coerente con la struttura flessibile della collana, al fine di favorire una maggiore e più diretta accessibilità e fruibilità sia da parte degli autori sia da parte dei lettori.

In questa ottica, *Tratti geografici* promuove una concezione aperta della figura del geografo e incentiva la pubblicazione di lavori di qualità da parte di ricercatori attivi all'interno e all'esterno dell'Università, di insegnanti e di professionisti che utilizzino e veicolino competenze di tipo geografico e territoriale.

I testi pubblicati si rivolgono a tutti coloro che sono impegnati nelle diverse professionalità collegate alla geografia (dall'insegnamento nei diversi ordini scolastici alla ricerca – accademica e non – sino al lavoro sul campo nei settori dell'educazione, della formazione e della progettazione sociale e territoriale) nonché agli studenti nei corsi di geografia e delle scienze della formazione e dell'educazione.

Tratti geografici accoglie anche volumi che siano l'esito ragionato di convegni, laboratori, workshop e seminari disciplinari, purché coerenti con gli obiettivi e l'approccio più generali della collana.

I testi pubblicati sono sottoposti a un processo di revisione per garantirne la rigorosità scientifica, nella prospettiva del confronto e del dialogo e come occasione di crescita e consolidamento del senso di una comunità disciplinare.

Il referaggio in doppio cieco (*double blind peer review*) avviene attraverso la piattaforma FrancoAngeli Series (basata sul software Open Monograph Press), che assicura la tracciabilità del processo di valutazione e consente all'autore di proporre la sua opera e seguirne lo stato di avanzamento.

Territori digitali e nuove progettualità educative per l'insegnamento della geografia

A cura di
Daniela La Foresta

FrancoAngeli

Isbn e-book Open Access:

Copyright © 2025 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Pubblicato con licenza *Creative Commons*
Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale
(CC-BY-NC-ND 4.0).
Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM), AI training e tutte le tecnologie simili.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it

Indice

Prefazione, di *Riccardo Morri* pag. 7

Oltre il reale: il Metaverso come nuova frontiera dell'educazione, di *Daniela La Foresta, Timothy Jung, Riccardo Morri* » 11

Analisi della letteratura accademica sul Metaverso educativo: prospettive e potenzialità, di *Daniela La Foresta, Maria Ronza, Ilaria Bruner* » 26

Orientarsi nei (e tra i) Metaversi: opportunità e rischi delle geografie aumentate, di *Massimiliano Tabusi* » 44

Metaverso: la nuova frontiera del Terzo spazio, di *Luisa Carbone e Federico Cuomo* » 55

Una narrazione geografia nel Metaverso, di *Paola Pepe* » 66

Metaverso e formazione universitaria: un'introduzione alla Nuova Rivoluzione di Internet, di *Salvatore Amaduzzi* » 78

Cartografia e Metaverso, di *Andrea Favretto* » 96

Fortnite, Towards the Metaverse and Beyond: revisione della letteratura sul rapporto tra spazio virtuale, realtà ed educazione dei bambini, di *Mario Imperioso* » 105

GEOtecnologie per una didattica della geografia: Virtual Sandbox e Augmentation Reality (AR), di *Alberto Di Gioia* » 117

SandBox AR e StreamBox AR: nuovi orizzonti tecnologici per la didattica laboratoriale della geografia, di *Simone Betti, Diego Borghi, Lorenzo Virgini* pag. 131

Prefazione

di Riccardo Morri*

Nella società odierna, sempre più globalizzata ed interconnessa, la geografia emerge come un campo di fondamentale importanza per la comprensione delle relazioni e delle dinamiche che caratterizzano, per usare le parole di Friedrich Ratzel (1882), il "[…] *palcoscenico su cui si svolge la vita umana*", ovvero la Terra. Configurandosi come una disciplina olistica in grado di integrare diversi aspetti ed aree di studio, essa fornisce una chiave di lettura necessaria per l'interpretazione delle complesse interazioni tra fenomeni naturali ed antropici che determinano il sistema mondo. Gli impatti positivi della geografia e, conseguentemente, del suo insegnamento nelle scuole si mostrano visibili anche nei contesti sociali, in quanto essa va a favorire lo sviluppo di una coscienza critica e di una cittadinanza attiva e consapevole.

La geografia come insegnamento ha ormai acquisito il carattere di scienza multidimensionale distaccandosi dal carattere meramente enciclopedico e descrittivo degli ambienti fisici e spaziali che caratterizzava la disciplina nel passato. Ciononostante, ad un alto rilievo in ambito scientifico ed accademico non sembra corrispondere, nell'attuale contesto italiano, una simile attenzione sul profilo scolastico, dove il valore formativo del sapere geografico viene spesso negato. Malgrado i flussi migratori, lo sviluppo sostenibile, i cambiamenti climatici, i conflitti e le disparità socioeconomiche costituiscano spesso tracce d'esame per gli studenti dell'ultimo anno delle scuole secondarie di secondo grado, è possibile osservare nella maggior parte di essi una grave carenza delle conoscenze geografiche di base. Lacuna che, risultando in parte ascrivibile al ridotto numero di ore dedicate all'insegnamento della disciplina e alla carenza di docenti qualificati – nell'anno scolastico

* Dipartimento di Lettere e Culture Moderne, Sapienza Università di Roma, riccardo.morri@uniroma1.it

2021/2022, si registravano, infatti, poco meno di 1.5000 insegnanti di geografia a fronte degli oltre 20.000 di italiano o scienze – sembra essere la manifestazione di una scarsa attenzione dagli organi governativi verso la disciplina.

Nell'attuale scenario di incessanti trasformazioni, segnato dall'avvento di nuovi attori, strumenti e territori, l'impegno di innovare la didattica della geografia si configura, dunque, come un'esigenza inderogabile al fine di assicurare una comprensione del mondo compiuta e multiforme e, soprattutto, al fine di ridare giusta attenzione alla materia. L'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia (A.I.I.G.), mediante le attività proposte, sin dalla sua nascita si è contraddistinta quale ente ricettivo alle istanze innovative in materia di didattica e sensibile alle molteplici esigenze e necessità della comunità scolastica, configurandosi quale luogo di confronto e di elaborazione di importanti spunti di riflessione. L'A.I.I.G., infatti, con la sua rete di membri e partner, assolve al ruolo cruciale di catalizzatore per il cambiamento positivo dello scenario geografico-didattico. In particolare, il suo ruolo prospettico si manifesta nella capacità di anticipare le tendenze emergenti e di elaborare nuovi modus operandi al passo con i tempi, contribuendo in tal modo a plasmare il futuro in un settore fondamentale quale quello educativo. L'A.I.I.G., inoltre, opera in sinergia con le più importanti Associazioni e Società Scientifiche attive in Italia nell'ambito geografico, facilitando così l'adozione e la concretizzazione delle soluzioni innovative. Ed è proprio in riferimento a quest'ultimo aspetto che emerge con forza il ruolo dell'Associazione: attraverso progetti, eventi, pubblicazioni e officine didattiche si determina la reale trasformazione delle idee in realtà tangibili, in grado di riflettere il vero impatto e l'azione propulsiva dell'A.I.I.G. quale motore per il progresso.

Il richiamo strumentale all'utilizzo delle nuove tecnologie, molto auspicato per l'innovazione della didattica, risulta spesso retorico se ad esso non si associa l'acquisizione di adeguati strumenti cognitivi. In particolare, le tecnologie della quarta rivoluzione industriale rappresentano una delle maggiori sfide scientifiche della contemporaneità: comprenderle, svilupparle ed applicarle nei diversi ambiti del sapere appare fondamentale al fine di sfruttare a pieno le opportunità offerte.

Nel contesto educativo del XXI secolo, la nozione di Metaverso emerge come una forza trasformativa di eccezionale portata, in grado di offrire la prospettiva di un radicale cambiamento nell'approccio alla pianificazione, progettazione e realizzazione dei processi didattici. Presentato come il futuro di Intenet, il Metaverso si sta velocemente distaccando dalla nozione di utopia digitale che dapprima lo caratterizzava, trasformandosi in una realtà tangibile in grado di generare innovative forme di partecipazione e consumo da parte degli utenti, in una dicotomia virtuale-reale sempre meno rigida ed

evidente. Molteplici sono le potenzialità del Metaverso nella didattica: dalla creazione di ambienti virtuali immersivi che consentano viaggi in epoche storiche lontane alla programmazione di percorsi di apprendimento individuali basati sulle esigenze dei singoli studenti, passando per l'integrazione di tecnologie emergenti come la VR e AR volte ad arricchire con informazioni e feedback immediati le tradizionali metodologie didattiche.

L'applicazione del Metaverso per l'insegnamento trova ancor più ragion d'essere in riferimento alla disciplina geografica, quale studio dei territori fisici e socioeconomici. Le nuove tecnologie, infatti, risultano fondamentali in tale ambito in quanto permettono un maggior coinvolgimento dei discenti nello studio, spesso troppo teorico, dei nuovi spazi e territori: in tal senso, il Metaverso consente ai suoi utenti di calarsi non solo nella realtà presente e tangibile, ma anche negli scenari futuri e presumibili in un'ottica di evoluzione prospettica, soprattutto a valle dei cambiamenti che già interessano gli ecosistemi terrestri. L'implementazione dei nuovi strumenti tecnologici negli ambienti scolastici, luogo di confronto propositivo per eccellenza, consentirà ai discenti l'arricchimento della propria interpretazione del mondo. Inoltre, un'analisi delle tecnologie moderne non può che avvenire in riferimento alla geografia in quanto il suo insegnamento, "*misurandosi con il presente*" (De Vecchis, 2018), richiede un costante aggiornamento e un continuo confronto con la dimensione temporale e con la rapidità dello sviluppo.

Emerge, dunque, con forza l'esigenza di una riflessione sul nuovo "universo virtuale" e sulle profonde implicazioni che esso può avere per l'educazione e l'apprendimento; riflessione che risulta quasi imperativa alla luce della globalizzazione e della digitalizzazione accelerata. Il volume prova, dunque, a rispondere a tale necessità e nasce dalle riflessioni e suggestioni emerse dal 65° Convegno Nazionale dell'A.I.I.G., tenutosi a Napoli dal 12 al 14 ottobre 2023, dal titolo "Geografie del Metaverso. Territori digitali e nuove progettualità educative". Il tema del convegno ha, infatti, richiamato l'attenzione di un pubblico vasto ed eterogeneo, composto da docenti, ricercatori e studenti universitari, il cui interesse ha evidenziato l'attualità e l'attrattività del Metaverso quale nuova frontiera dell'apprendimento. Attraverso una serie di contributi di accademici ed esperti del settore, il volume intende fornire un apporto significativo per la comprensione delle implicazioni educative dell'utilizzo di tecnologie immersive e interattive e, più nello specifico, delle potenzialità del Metaverso per la didattica della geografia nel difficile contesto italiano. L'opera può altresì fungere da compendio introduttivo per gli insegnanti, i quali potrebbero trarre da essa stimoli e metodologie innovative per ottimizzare l'utilizzo e l'integrazione degli strumenti innovativi e di quelli tradizionali, al fine di promuovere un processo di apprendimento geografico coinvolgente e quanto mai significativo.

Oltre il reale: il Metaverso come nuova frontiera dell'educazione

di Daniela La Foresta[*], Timothy Jung[**], Riccardo Morri[***]

1. Introduzione generale

La relazione tra Metaverso e didattica costituisce il fulcro delle riflessioni emerse dal 65° Convegno Nazionale dell'A.I.I.G. e raccolte nel presente numero monografico, nel tentativo di interpretare alcune delle maggiori sfide che impongono un'innovazione dell'attuale sistema educativo. Attraverso una prospettiva ed un approccio multidisciplinare, il volume intende fornire un contributo al dibattito, che a partire dal 2021 ha riscontrato un rinnovato slancio coinvolgendo non più la sola comunità accademica, sulle tecnologie della quarta rivoluzione industriale e, in particolar modo, sul Metaverso. Il volume *Territori digitali e nuove progettualità educative per l'insegnamento della geografia* si configura, dunque, quale compendio di contributi, in grado di offrire una chiave di lettura certamente non esaustiva, ma quantomeno utile e funzionale per una rielaborazione in chiave innovativa dei modelli didattici odierni.

2. Una nuova rivoluzione: le tecnologie della quarta rivoluzione industriale

Attualmente, ci troviamo in una fase *disruptive* del sistema, durante la quale si assiste a un drastico cambiamento del nostro mondo e delle modalità di interazione. La quarta rivoluzione industriale (4RI) ha innescato un

[*] Dipartimento di Scienze Politiche, Università degli Studi di Napoli Federico II, daniela.laforesta@unina.it

[**] Direttore dell'Hub AR & VR, Manchester Metropolitan University, t.jung@mmu.ac.uk

[***] Dipartimento di Lettere e Culture Moderne, Sapienza Università di Roma, riccardo.morri@uniroma1.it

cambiamento di paradigma che ha portato a una riconsiderazione senza precedenti dei comportamenti sociali, dei sistemi di produzione e dei modelli di consumo nell'intera storia dell'umanità: come afferma Schwab (2016, p. 7), "*the fourth industrial revolution is unlike anything humankind has experienced before*". La terza rivoluzione, nota anche come "rivoluzione informatica o digitale" (Schwab, 2016, p.11), caratterizzata dallo sviluppo dei semiconduttori, dei personal computer e di Internet, costituisce il fondamento della 4RI. Quest'ultima si distingue significativamente dalla precedente per la sua velocità, impatto, portata e intensità, nonché per la profonda interconnessione tra il dominio fisico, digitale e biologico. Le tecnologie 4.0 si rivelano sempre più cruciali per il funzionamento della società: l'Internet delle cose (IoT), i *big data*, l'intelligenza artificiale (IA), la stampa 3D, la robotica avanzata, la realtà aumentata (AR), la realtà virtuale (VR), il *cloud computing* e le *blockchain* sono i motori del cambiamento e risultano fondamentali per migliorare l'efficienza operativa, promuovere l'innovazione e aumentare la competitività nell'ambito dell'industria 4.0.

In particolare, tra le diverse tecnologie, l'intelligenza artificiale costituisce, nelle parole di Kissinger *et al*. (2023), "[…] *un terreno di gioco fondamentale che determinerà gli assetti geopolitici futuri*", guadagnando popolarità giorno dopo giorno. L'Artificial Intelligence Index Report 2023 dell'Università di Stanford, elaborato per tracciare i progressi nell'intelligenza artificiale e giunto alla sua sesta edizione, mostra come nel corso degli anni la presenza di questa tecnologia e il suo potenziale per una "*massive disruption*" sia incrementato notevolmente. Nonostante un calo rispetto al 2021, l'andamento degli investimenti privati globali nell'IA risulta essere 18 volte superiore rispetto al 2013. In particolare, gli Stati Uniti continuano a guidare la classifica degli investimenti privati nell'IA e del numero totale di nuove imprese di IA finanziate: nel 2022, l'importo investito dalla potenza americana (47,4 miliardi di dollari) erano pari a circa 3,5 volte l'importo messo in campo dalla Cina, secondo paese in classifica con 13,4 miliardi di dollari investiti (AI Index Report, 2023, p.189).

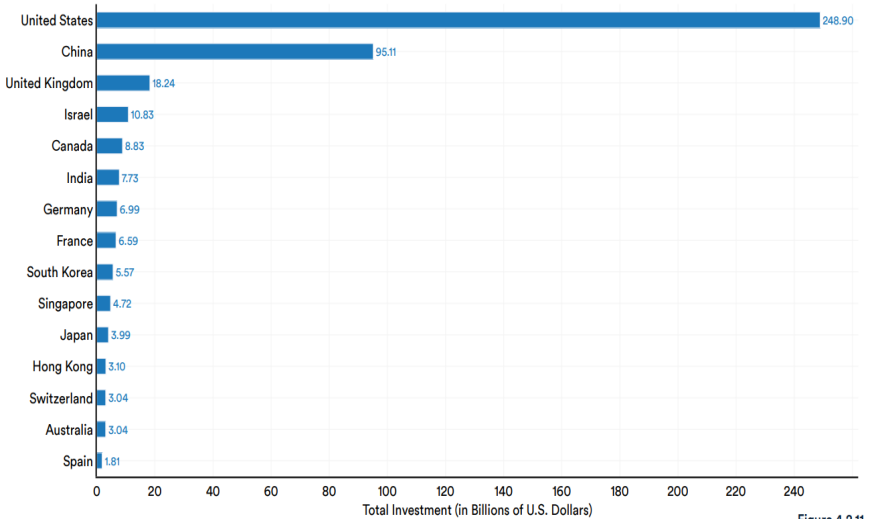

Grafico 1: Investimenti privati nell'intelligenza artificiale per area geografica dal 2013 al 2022
Fonte: AI Index Report (2023)

I medesimi risultati trovano conferma nel Global AI Index 2023, elaborato da White e Cesareo nel 2019, il quale si basa su 111 indicatori organizzati in sette pilastri distinti: talento, infrastruttura, ambiente operativo, ricerca, sviluppo, strategia governativa e commerciale. L'indice esamina la capacità nazionale attraverso misure assolute (*Scale*) e relative (*Intensity*), con il punteggio finale che rappresenta una combinazione delle due. Mentre gli Stati Uniti e la Cina guidano la classifica generale della misura assoluta (*Scale*) per lo sviluppo dell'IA, Singapore, Israele e Svizzera ottengono risultati maggiori se si considera la capacità dello sviluppo in rapporto alla popolazione e alle dimensioni dell'economia.

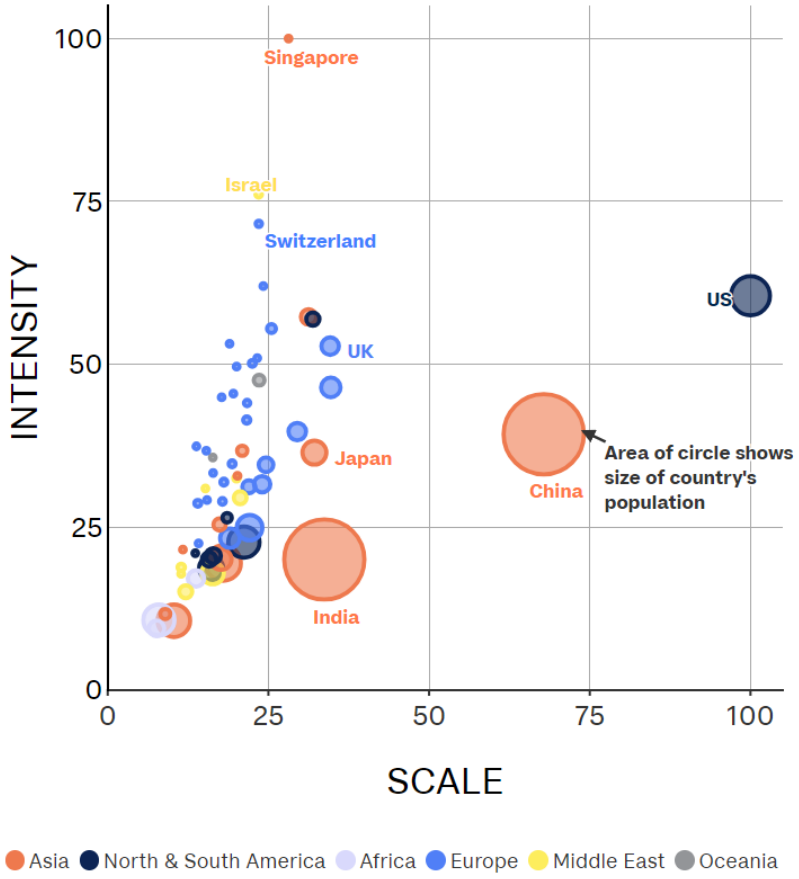

Grafico 2: Investimenti privati nell'intelligenza artificiale per area geografica dal 2013 al 2022
Fonte: Global Artificial Intelligence Index (2023)

Al tempo stesso, sempre più Stati decidono di sviluppare e dotarsi di strategie nazionali per l'IA, ovvero piani politici sviluppati dal governo per gestire lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie all'interno del paese. Ciò costituisce un indicatore per misurare il livello di priorità che gli Stati danno alla gestione e alla regolamentazione delle tecnologie di IA.

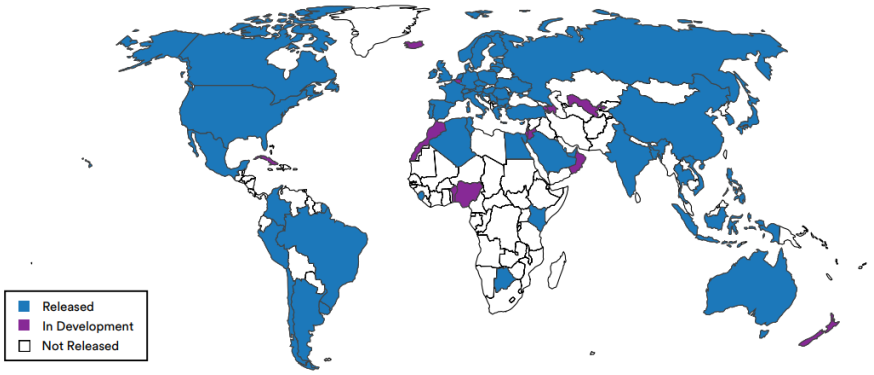

Grafico 3: Paesi con una Strategia Nazionale per l'IA, 2022
Fonte: AI Index Report (2023)

3. Una nuova geografia della tecnologia

L'attuale contesto di innovazione ha indubbiamente delineato nuove dinamiche e nuove regole, che invertono le precedenti e che richiedono una comprensione approfondita al fine di capitalizzare i molteplici vantaggi che ne derivano e, simultaneamente, mitigare le relative sfide. Emergono evidenti segnali del ruolo propulsivo della tecnologia nel superamento della tradizionale, e vincolante, correlazione tra attività e locazione spaziale, inaugurando una prospettiva che privilegia il "come" e il "con chi" rispetto al mero "dove", oltrepassando in tal senso la c.d. trappola territoriale. Questa trasformazione è alimentata dal progressivo sviluppo di mondi virtuali sempre più dettagliati e specializzati, i quali non solo riflettono digitalmente il mondo fisico, ma ne estendono le possibilità. Sebbene il concetto di tali ambienti, insieme ad alcune prime manifestazioni, sia noto da diversi decenni – basti pensare a piattaforme come Second Life (2003), Habitat (1986) e WorldsAway (1995) – è solamente grazie agli ultimi progressi tecnologici che siamo in grado di esplorare appieno tali idee ed esperienze.

Ed è proprio in tal contesto che si segnala il Metaverso, definito dall'Assemblea Parlamentare del Consiglio d'Europa una "*ground-breaking technology*" (AS/Cult 15, 2023) e un concetto di realtà *computer-mediated*. Esso costituisce una tecnologia emergente resa possibile dai progressi dell'informazione e delle potenzialità computazionali, costituendo un passaggio chiave per una nuova dimensione di esperienze interconnesse. Secondo Deloitte (2024) i diversi indicatori suggeriscono che esso costituirà un "*trillion-dollar disruptor*" che interesserà tutti i settori prima di quanto si possa immaginare. Tale tecnologia risulta, a ben vedere, composta da un vero e pro-

prio ecosistema che fa uso di un'ampia gamma di funzionalità, tra cui la realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR), le *blockchain*, i *digital twins*, *l'Internet of Things* (IoT) e l'intelligenza artificiale. Radoff introduce nel 2021 il concetto di *value chain* del Metaverso, composta da sette diversi livelli: infrastruttura, *human interface*, decentralizzazione, *spatial computing*, *creator economy*, *discovery* ed esperienza. L'obiettivo non è quello di sostituire completamente il mondo fisico, piuttosto di creare nuovi modelli relazionali e forme innovative di partecipazione, transazione e consumo, all'interno di una relazione simmetrica e sovrapponibile tra spazio fisico e spazio virtuale.

Il termine stesso, in realtà, sfugge ad una cristallizzazione scientifica unitaria e precisa, comprendendo ambienti ed esperienze eterogenee e composite, e prestandosi, in tal modo, a numerose interpretazioni: "*three-dimensional virtual reality-based Internet*" (Stephenson, 1992), "*a world in which virtual and reality interact and co-evolve*" (Lee, 2021), "*connection point between real world and virtual reality*" (Kye *et al*., 2021), "*walkable version of the Internet*" (Lee *et al*., 2021), "*next generation of social connection*" (Hwang e Chien, 2022) e "*accelerating physical/virtual interface*" (ASF, 2023) sono solo alcune delle definizioni offerte nel tempo dalla letteratura che, seppur nella sua varietà, ne sottolinea il carattere immersivo ed innovativo.

Come accuratamente evidenziato da Ball (2022), la natura poliedrica e sfaccettata del Metaverso ben si presta, tra le altre cosa, agli scopi commerciali dei leader del settore tecnologico, le cui definizioni del concetto rispecchiano e riflettono le capacità e le preferenze delle aziende in questione: non deve destare stupore, dunque, se Microsoft, forte di un'ampia gamma di tecnologie IA già a disposizione, ponga l'accento sull'interoperabilità delle applicazione all'interno del Metaverso, definendolo "*an entire world into an app canvas*", o se Meta Inc. punti sulla realtà virtuale immersiva e sulle esperienze sociali, rese accessibili ad una vasta fetta della popolazione grazie ad Oculus VR, visore di punta dell'azienda. Ci troviamo, in sostanza, di fronte a una pluralità di visioni che, pur convergendo verso l'idea di un futuro iperconnesso e tridimensionale, divergono significativamente nella declinazione concreta di tale scenario, andando di volta in volta ad enfatizzare determinate caratteristiche al fine di rafforzare la propria posizione nel settore.

Premesso l'accennato carattere vago del termine, un'accurata analisi delle diverse definizioni formulate dalla letteratura accademica consente di individuare alcuni elementi chiave ricorrenti. Provando a combinarli in un'unica disamina, si delinea una possibile interpretazione del Metaverso come una rete, teoricamente scalabile e interoperabile, di mondi virtuali tridimensionali in grado di essere vissuti in modo sincrono e persistente da un numero

apparentemente illimitato di utenti, attraverso degli avatar digitali, e con continuità di dati. Un tentativo in tal senso è operato da Ball (2022), che prova ad offrire una definizione comprensiva dei vari elementi, definendolo come "*a massively scaled and interoperable network of real-time rendered 3D virtual worlds that can be experienced synchronously and persistently by an effectively unlimited number of users with an individual sense of presence, and with continuity of data, such as identity, history, entitlements, objects, communications, and payments*" (p.27). Presenza, immersione e coinvolgimento sociale si configurano, dunque, come i capisaldi che distinguono il Metaverso dai social network e da Internet inteso nel senso tradizionale, concorrendo a delineare una sorta di Web3, ovvero una rete globale caratterizzata da una maggiore decentralizzazione, orizzontalità e partecipazione rispetto al passato. L'imminente *spatial web* promette di eliminare il confine tra contenuti digitali e oggetti fisici, fondendo efficacemente le due realtà in una. Mediante interfacce di nuova generazione come smart glasses, il Web3 consente un'interazione in tempo reale con l'ambiente fisico, attraverso la geolocalizzazione, la visione artificiale o comandi biometrici.

Al fine di affermarsi come una realtà concretamente e tangibilmente operativa, alcune implementazioni risultano però essere ancora necessarie. In particolare, la corretta emulazione di due aspetti del mondo reale – ovvero l'interoperabilità e la persistenza – diviene cruciale per il raggiungimento di un'esperienza immersiva che possa definirsi realmente completa. Mentre l'interoperabilità attiene alla capacità di spostare e trasferire agilmente e con continuità da un mondo virtuale all'altro contenuti, quali avatar e valute per citarne alcuni, la persistenza, invece, implica un'esistenza ed evoluzione perpetua del Metaverso, indipendentemente dalla presenza online simultanea degli utenti. Questi due aspetti giocano un ruolo fondamentale per il passaggio del nuovo paradigma tecnologico da utopia digitale a realtà tangibile, in grado di conservare la memoria delle azioni compiute e delle modifiche apportate, garantendo al contempo una continuità temporale. Inoltre, è sulla base di tali caratteristiche che si delinea il dibattito sull'utilizzo del termine singolare o plurale: ci si chiede, infatti, se sia più corretto parlare di Metaverso quale unico ambiente interconnesso e permeabile al cui interno sia agevole lo spostamento di persone e bene, o se, al contrario, sia più appropriato attualmente discutere di Metaversi, in quanto molteplici entità a sé stanti che coesistano tra di loro.

Allo stato attuale, in realtà, l'affermazione di un unico Metaverso interoperabile e persistente appare prematura, soprattutto a causa dell'assenza di standard comuni che rappresenta, ad oggi, un ostacolo significativo: infatti, la quasi totalità dei mondi virtuali ad oggi esistenti fanno uso di programmi di rendering non uniformi, generando una moltitudine di formati *files* in-

compatibili tra loro. Questa profonda disomogeneità ostacola un interscambio di dati coerente, completo e sicuro, limitando l'esperienza dell'utente e frammentando il potenziale della nuova tecnologia. Nonostante la difficoltà tecnica ed operativa, la nozione teorica ed accademica di Metaverso, come evidenziato da Ritterbusch e Teichmann (2023) sembra evolversi nel tempo muovendosi sempre più verso l'inclusività e verso la creazione di un "[…] *single large Metaverse with a powerful interaction dimension*" (p.3).

L'emulazione dei due aspetti citati ed esaminati richiede una necessaria sinergia tra gli sviluppatori del nuovo mondo virtuale. Tale collaborazione deve ricalcare, in un certo senso, il modello vincente della Internet Engineering Task Force (IETF), che negli anni Ottanta ha contribuito alla creazione di un Protocollo Internet Unico, gettando le basi per la rete che conosciamo oggi. Sulla scia di tale esempio, il Metaverse Standards Forum (MSF) si propone come un consorzio di istituzioni, aziende e organizzazioni fondato nel giugno 2022 con l'obiettivo di cooperare per la nascita di standard che facilitino l'interoperabilità e la persistenza in un Metaverso sempre più aperto ed inclusivo. Allo stesso modo l'Open Metaverse Alliance (OMA3), istituita dai "*Web3 metaverse builders*" come The Sandbox, Decentrland, Space e Voxel, intende creare un "*Open Metaverse that is community run, decentralized and indeaxable; a Metaverse where users can use their digital assets in a frictionless way across multiple platforms*".

Tabella 1: Le quattro principali caratteristiche del Metaverso

Caratteristica	**Definizione**
Immersività	Capacità degli utenti di immedesimarsi nel mondo virtuale come se fossero fisicamente presenti al suo interno (Han, 2022) ed interagire in modo tale da perdere la cognizione del tempo (Goel, 2013).
Coinvolgimento sociale	Potenziale dei mondi virtuali di fornire un ambiente immersivo altamente sociale, all'interno del quale gli individui possono interagire tra di loro in modo più significativo. (Cheng, 2022)
Interoperabilità	Abilità di poter accedere e partecipare ad attività virtuali, eventi e comunità attraverso diversi ambienti virtuali (Jovanova e Preteux, 2009), favorendo un'esperienza virtuale più coinvolgente, non limitata dai confini dei mondi virtuali. (Gadekallu *et al*., 2022)
Persistenza	Capacità di salvare e mantenere le creazioni, le interazioni e le relazioni stabilite all'interno degli ambienti virtuali anche in seguito al logout dell'utente, favorendo un senso di continuità e presenza digitale permanente. (Dwivedi *et al.*, 2022)

Fonte: Rielaborazione degli autori da Richter S. e Richter A. What is novel about the Metaverse? *(2023)*

Come ampliamente illustrato, il Metaverso è ancora nelle prime fasi di sviluppo e la sua evoluzione appare certamente non lineare. La natura em-

brionale rende arduo stimare con precisione la portata e l'impatto che esso avrà nella società, sebbene sia possibile intuire ed immaginare le potenzialità ed i rischi che questa tecnologia rivoluzionaria potrebbe generare.

Le applicazioni nel mondo contemporaneo appaiono pressoché infinite, estendendosi, ad esempio, dal mondo del lavoro a quello dell'intrattenimento, dalla politica al business. Non è dunque un caso che gli studi si articolino su diverse dimensioni e coinvolgano molteplici discipline, al fine di analizzare le diverse categorie di possibile utilizzo.

4. Innovazione educativa: le potenzialità per la didattica

In particolare, l'impiego della realtà aumentata e, conseguentemente del Metaverso, apre un ventaglio di possibilità soprattutto nei confronti delle nuove generazioni, in quanto esso può rappresentare, al contempo, strumento e luogo per il miglioramento e l'innovazione delle modalità di insegnamento e apprendimento. Si viene a delineare, infatti, un percorso verso approcci didattici innovativi che integrano esperienze tradizionali in presenza con tecnologie online. Il cosiddetto *blended learning* – o *blended education* – rappresenta la sintesi ideale tra insegnamento in aula e apprendimento online, favorendo una maggiore flessibilità e arricchendo l'esperienza degli studenti (Chakraborty, 2022). Al tempo stesso, altre modalità educative innovative, quali la gamification e l'apprendimento adattivo, sono sempre più al centro di un numero crescente di pubblicazioni, che ne sottolineano gli impatti positivi nell'accrescimento della motivazione e del coinvolgimento degli studenti (Manzano-Leòn et al., 2021; Erenli, 2013; Campillo-Ferrer, 2020; Muñoz, 2022; Kem, 2022). Inoltre, diversi studi (Hwang e Chien, 2022; Zhang et al., 2022; Kye et al., 2021) convergono nel dimostrare che le metodologie didattiche maggiormente efficaci sono quelle che combinano risorse di molteplici tipologie. L'utilizzo di approcci multimodali, in grado di stimolare i diversi sensi, rende l'apprendimento più coinvolgente e, di conseguenza, più efficiente. Un esempio significativo è fornito dal rapporto della società PwC (2022), che confronta l'apprendimento in aula, l'e-learning e quello reso possibile dalla realtà virtuale. I dati emersi evidenziano una netta riduzione dei tempi necessari per il completamento della formazione: dalle due ore in aula, si passa ai 45 minuti in *e-learning* e a soli 29 minuti in realtà virtuale.

Il rapido progresso delle tecnologie legate al Metaverso, come dispositivi indossabili, computer ad alta velocità e tecnologie di rilevamento, rende il suo utilizzo per scopi educativi sempre più realistico e promettente. In questo contesto, si fa sempre più frequente l'uso del termine "*MetaUniversities*" o

"*Metaversities*", concetto che si riferisce ad ambienti universitari immersivi in grado di combinare tecnologie VR e AR all'interno di un *digital twin* di una sede reale. Ciò consente agli studenti di accedere all'ambiente educativo, attraverso dispositivi indossabili, senza essere limitati dal tempo e dal luogo, permettendo loro di utilizzare le proprie identità digitali per interagire in tempo reale con diversi contenuti, quali avatar, NFT e risorse didattiche. Sebbene molte università stiano investendo nella creazione di loro versioni digitali, la maggior parte delle *Metaversities* odierne sono ancora agli albori, limitandosi a ricreare gli ambienti reali senza sfruttare appieno le potenzialità tecnologiche. È fondamentale, in altre parole, che le *MetaUniversities* costituiscano una vera e propria estensione delle università e non delle mere repliche digitali. Zhang *et al*. (2022) forniscono uno dei primi framework teorici per il Metaverso nel campo dell'educazione, analizzando le componenti chiave relative, in particolar modo, all'infrastruttura tecnologica che si pone quale conditio sine qua non del concetto stesso. Invitando gli educatori a riflettere sui possibili impieghi del Metaverso per superare le limitazioni dell'attuale sistema educativo massimizzando gli effetti positivi, gli autori sottolineano al contempo le diverse questioni controverse, attinenti a quattro ambiti – privacy e sicurezza dei dati, etica, dipendenza e requisiti hardware – che potrebbero trasformare il "*metaverse into a metaworse*" (p.15).

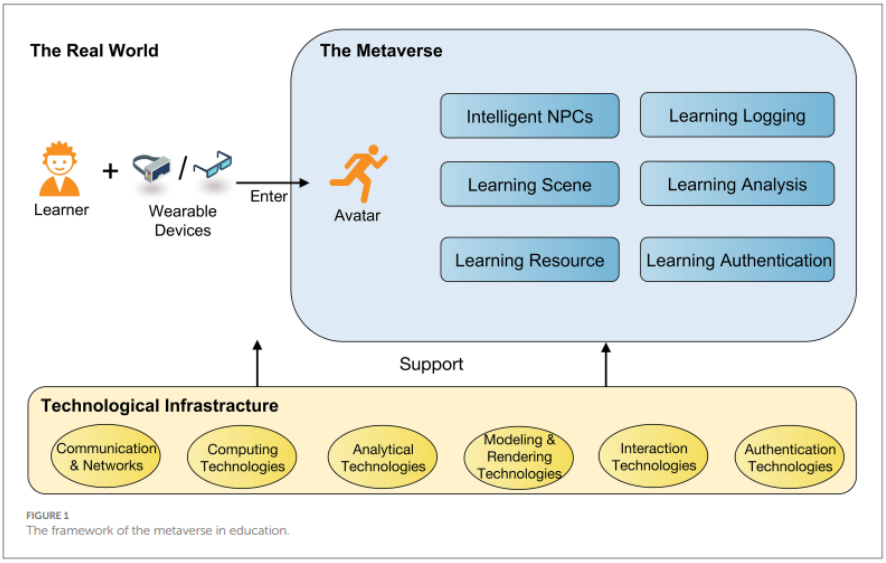

Grafico 4: Framework del Metaverso nell'educazione
Fonte: Modello proposto da Zhang et al., The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics *(2022)*

Tra le diverse discipline, la geografia, in quanto "*science concerned with the spatial distribution*" (Niu *et al*., 2023, p.12), risulterebbe beneficiare particolarmente dell'utilizzo di modalità innovative, che andrebbero a risolvere, almeno in parte, la situazione di "*neglect, lack of structure and little attention*" (p.12) a cui essa è soggetta. Come dimostrato dallo studio di Shakirova *et al*. (2020), basato sull'analisi dei cambiamenti nelle aspettative sull'e-learning tra gli studenti che svolgono una formazione con tecnologie VR, è possibile prevedere un impatto significativo delle tecnologie immersive sui requisiti dell'istruzione. Infatti, i dati ottenuti tramite questionari somministrati agli studenti prima e dopo un corso di Geografia Fisica dimostrano come coloro che hanno usufruito delle tecnologie VR/AR/MR durante il medesimo corso hanno ottenuto risultati di apprendimento superiori rispetto a coloro che non hanno beneficiato di tali strumenti.

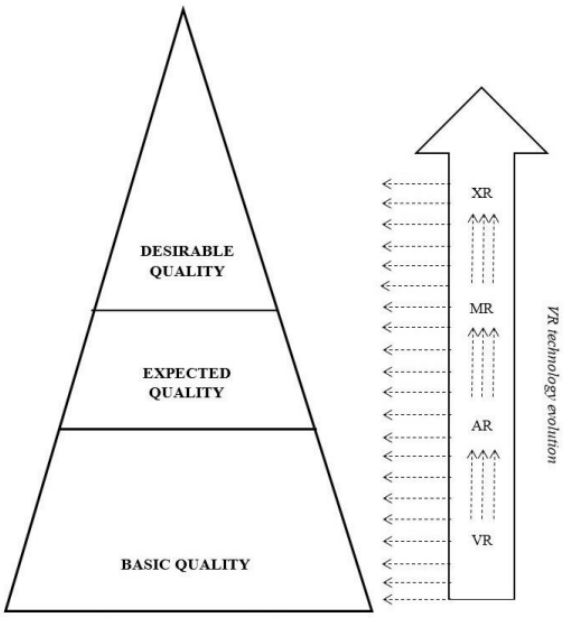

Grafico 5: Piramide della qualità dei corsi online
Fonte: Modello proposto da Shakirova et al., The Use of Virtual Reality in Geo-Education *(2020)*

Risulta evidente che l'introduzione delle tecnologie del Web 3.0 e lo sviluppo di software immersivi a sostegno dell'apprendimento comportino anche l'adozione di modelli didattici innovatici, dove il ruolo del docente è più che mai necessario per una corretta integrazione delle diverse didattiche.

Nell'attuale relazione tra insegnanti – discenti, sempre più nativi digitali, i primi devono rappresentare gli attori principali della didattica, guidando gli studenti verso un uso critico e consapevole dello strumento tecnologico. A tal fine, tuttavia, la conoscenza attiva e priva di scetticismo delle potenzialità didattiche dell'innovazione costituisce un prerequisito fondamentale per un apprendimento più rapido e per il raggiungimento di un giusto equilibrio tra macchina-uomo.

Alla luce di ciò, la formazione digitale specifica per i docenti deve essere considerata come una priorità nel contesto dell'innovazione didattica. È imperativo garantire che gli educatori siano dotati delle competenze e delle risorse necessarie per sfruttare appieno le tecnologie avanzate, senza ricorrere a modalità di imposizione gerarchica con un approccio top-down. Tale esigenza viene sottolineata, a livello europeo, dal Consiglio dell'Unione Europea che evidenzia la necessità di *"sostenere l'ulteriore sviluppo delle abilità e delle competenze digitali di insegnanti e formatori, al fine di facilitare l'insegnamento e la valutazione in ambienti di apprendimento digitale"* (Council of the European Union, 2020, p.4). Anche dal rapporto *Teachers in Europe: Careers, Development and Well-being* (2021) emerge una richiesta di maggiore formazione dei docenti a livello europeo nel settore ICT, collocandosi al quinto posto nella classifica dei temi percepiti come necessari. È evidente, dunque, la necessità di colmare l'attuale lacuna che caratterizza il sistema educativo italiano con interventi mirati e pianificati, ampliando i corsi di aggiornamento obbligatori per i docenti anche, e soprattutto, sulla cultura e l'educazione digitale.

Il volume si sviluppa attraverso tre sezioni principali, ciascuna concepita per esplorare in modo approfondito e critico il ruolo del Metaverso nell'insegnamento, con particolare attenzione alle sue applicazioni nel campo della geografia. La struttura proposta ambisce a offrire un percorso organico e multidisciplinare che coniughi solide basi teoriche, analisi tecnologiche e sperimentazioni pratiche.

La prima parte pone le fondamenta teoriche del dibattito, avviandosi con un'approfondita rassegna della letteratura curata da Daniela La Foresta, Maria Ronza e Ilaria Bruner, che analizza le molteplici dimensioni del Metaverso e le sue implicazioni educative. A seguire, Massimiliano Tabusi esamina le opportunità e i rischi legati alle geografie aumentate, con particolare riferimento alla crescente complessità delle interazioni tra realtà fisica e virtuale. Il contributo di Luisa Carbone chiude questa sezione esplorando il concetto di "terzo spazio" offerto dal Metaverso, interpretato come una nuova frontiera per l'apprendimento e la relazione spaziale.

La seconda parte si concentra sulle tecnologie al servizio della didattica, proponendo analisi e riflessioni sull'integrazione di strumenti innovativi nei

processi educativi. Paola Pepe approfondisce il potenziale di una narrazione geografica mediata dal Metaverso, mentre Salvatore Amaduzzi discute l'impatto della rivoluzione digitale sull'istruzione universitaria. Andrea Favretto delinea le intersezioni tra cartografia e Metaverso, mostrando come questa tecnologia possa trasformare la rappresentazione e l'interpretazione spaziale. Infine, Mario Imperioso analizza la relazione tra spazio virtuale, realtà e processi educativi rivolti ai più giovani, offrendo una prospettiva inedita sul rapporto tra ambienti digitali e formazione.

La terza parte è dedicata all'applicazione pratica e all'innovazione didattica attraverso laboratori e tecnologie immersive. Alberto Di Gioia illustra l'utilizzo di GEOtecnologie come la realtà aumentata per rendere la didattica geografica più interattiva e significativa. A concludere, Simone Betti, Diego Borghi e Lorenzo Virgini presentano applicazioni avanzate di Sandbox AR e StreamBox AR, delineando nuovi scenari per una didattica laboratoriale esperienziale e immersiva.

Complessivamente, il volume si configura come un contributo di rilievo per il dibattito accademico e per la pratica educativa, proponendosi come una guida preziosa per comprendere e sfruttare le potenzialità delle tecnologie immersive. La combinazione di prospettive teoriche, applicazioni tecnologiche e sperimentazioni concrete rende questa opera un riferimento imprescindibile per tutti coloro che si confrontano con le sfide dell'innovazione didattica e tecnologica.

Riferimenti bibliografici

ASF - Acceleration Studies Foundation. (s.d.). *The Metaverse Roadmap*. https://www.metaverseroadmap.accelerating.org/

Ball, M. (2022). *The metaverse and how it will revolutionize everything*. Liveright Publishing.

Campillo-Ferrer, J. M., Miralles-Martínez, P., & Sánchez-Ibáñez, R. (2020). Gamification in higher education: Impact on student motivation and the acquisition of social and civic key competencies. *Sustainability, 12*(12), 4822. https://doi.org/10.3390/su12124822

Cesareo, S., & White, J. (2023). *The Global AI index*. Tortoise. https://www.tortoisemedia.com/2023/06/28/the-global-artificial-intelligence-index/

Chakraborty, U. (2022). Role of AI in Education 4.0 & Blended Learning. *SwissCognitive*. https://swisscognitive.ch/2022/01/31/role-of-ai-in-education-4-0-blended-learning/

Cheng, R., Wu, N., Varvello, M., Chen, S., & Han, B. (2022). Are we ready for metaverse? A measurement study of social virtual reality platforms. In *Proceedings of the 22nd ACM Internet Measurement Conference* (pp. 504-518). https://doi.org/10.1145/3517745.3561415

Council of the European Union. (2020). *Council conclusions on countering the COVID-19 crisis in education and training* (2020/C 212 I/03). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XG0626(01)

Davis, A., Murphy, J., Owens, D., Khazanchi, D., & Zigurs, I. (2009). Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. *Journal of the Association for Information Systems, 10*(2), Article 1. https://doi.org/10.17705/1jais.00183

Deloitte (2024). *Welcome to the metaverse*. https://www2.deloitte.com/global/en/pages/about-deloitte/articles/welcome-to-the-metaverse.html

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., & Cheung, C. M. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management, 66*, Article 102542. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

Erenli, K. (2013). The impact of gamification. Recommending education scenarios. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *8*, 15-21. https://doi.org/10.3991/ijet.v8i2013.2383

European Commission/EACEA/Eurydice (2021). *Teachers in Europe: Careers, development and well-being*. Publications Office of the European Union.

Gadekallu, T. R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q.-V., & Liyanage, M. (2022). Blockchain for the metaverse: A review. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2203.09738

Getchell, K., Oliver, I., Miller, A., & Allison, C. (2010). Metaverses as a platform for game based learning. In *2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 1195-1202). IEEE. https://doi.org/10.1109/AINA.2010.125

Goel, L., Johnson, N., Junglas, I., & Ives, B. (2013). Predicting users' return to virtual worlds: A social perspective. *Information Systems Journal, 23*(1), 35-63. https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2011.00398.x

Gwo-Jen, H., & Chien, S.-Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 3*, 100082. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082

Han, D. I. D., Bergs, Y., & Moorhouse, N. (2022). Virtual reality consumer experience escapes: Preparing for the metaverse. *Virtual Reality, 26*(4), 1443-1458. https://doi.org/10.1007/s10055-022-00668-7

Jovanova, B., & Preteux, F. (2009). The role of interoperability in virtual worlds, analysis of the specific cases of avatars. *Journal for Virtual Worlds Research, 2*(3). https://doi.org/10.4101/jvwr.v2i3.728

Kem, D. (2022). Personalised and adaptive learning: Emerging learning platforms in the era of digital and smart learning. *International Journal of Social Science and Human Research, 5*(2), 385-391. https://doi.org/10.47191/ijsshr/v5-i2-50

Kissinger, H., Schmidt, E., & Huttenlocher, D. (2023). *L'era dell'intelligenza artificiale*. Mondadori.

Kye, B., Han, B. N., Kim, B. N. E., Park, B. N. E. Y., & Jo, B. N. E. Y. S. (2021). Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions.* https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32

Lee, L.-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C., & Hui, P. (2021). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2110.05352

Lee, S. (2021). *Log in Metaverse: Revolution of human×space×time* (IS-115). Software Policy & Research Institute. https://spri.kr/posts/view/23165?code=issue_reports

Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R., & Alias, A. (2021). Between level up and game over: A

systematic literature review of gamification in education. *Sustainability,* 2247. https://doi.org/10.3390/su13042247

Maslej, N., Fattorini, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ligett, K., Lyons, T., Manyika, J., Ngo, H., Niebles, J. C., Parli, D., Shoham, Y., Wald, R., Clark, J., & Perrault, R. (2023). *The AI Index 2023 Annual Report*. Stanford University. https://aiindex.stanford.edu/report/

Muñoz, J. L. R., Ojeda, F. M., Jurado, D. L. A., Peña, P. F. P., Carranza, C. P. M., Berríos, H. Q., & Vasquez-Pauca, M. J. (2022). Systematic review of adaptive learning technology for learning in higher education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 221-233. https://doi.org/10.14689/ejer.2022.98.14

Niu, T., Li, Z., Huang, M., & Yuan, L. (2023). The application of virtual reality technology in geography teaching. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-004-6_3

PwC. (2022). *2022 US Metaverse Survey*. https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/metaverse-survey.html

Radoff, J. (2021). The metaverse value-chain. *Medium*. https://medium.com/building-the-metaverse/the-metaverse-value-chain-afcf9e09e3a7

Ritterbusch, G. D., & Teichmann, M. (2023). Defining the metaverse: A systematic literature review. *IEEE Access*. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241809

Schwab, K. (2016). *La quarta rivoluzione industriale*. FrancoAngeli.

Stephenson, N. (1992). *Snow crash*. Bantam Books.

Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology, 13*, 1016300. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300

Analisi della letteratura accademica sul Metaverso educativo: prospettive e potenzialità

di Daniela La Foresta[*], Maria Ronza[**], Ilaria Bruner[***]

1. Il Metaverso come concetto multidimensionale per l'educazione

Una delle pubblicazioni maggiormente citate[1] sul tema del Metaverso, *Metaverse Beyond the Hype: Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy* (Dwivedi *et al*., 2022), offre una delle definizioni più immediate e accessibili del concetto: gli autori lo descrivono come un "*environment with the potential to extend the physical world using augumented and virtual reality techologies allowing users to seamlessly interact withing real and simulated environments using avatars and holograms*" (p.1). Tuttavia, come viene puntualizzato dagli stessi autori, pochi paragrafi dopo, "*the definition of the Metaverse varies, depending on point of view and purpose*" (Dwivedi et *al.*, 2022, p.4).

Tale riflessione evidenzia come il Metaverso si configuri non come un'entità monolitica e universalmente definibile, ma piuttosto come un costrutto concettuale complesso e multidimensionale, la cui comprensione richiede di considerare prospettive e applicazioni molteplici. Negli ultimi anni, il termine ha acquisito crescente rilevanza sia nell'ambito accademico che nel dibattito pubblico, consolidandosi come un paradigma emergente delle

[*] Dipartimento di Scienze Politiche, Università degli Studi di Napoli Federico II, daniela.laforesta@unina.it

[**] Dipartimento di Studi Umanistici, Università degli Studi di Napoli Federico II, maria.ronza@unina.it

[***] Dipartimento di Scienze Politiche, Università degli Studi di Napoli Federico II, ilaria.bruner@unina.it

L'elaborato è frutto di una riflessione condivisa. Pur nell'unità del testo, sono da ascrivere a Daniela La Foresta il primo e il terzo paragrafo, a Ilaria Bruner il secondo e il quarto paragrafo e a Maria Ronza il quinto e l'ultimo paragrafo.

[1] A dicembre 2024, l'articolo registrava 1.246 citazioni su ScienceDirect e 2.109 su Google Scholar.

tecnologie digitali immersive. Le sue origini, radicate nella narrativa fantascientifica (Stephenson, 1992), si sono progressivamente evolute verso declinazioni più tecniche e interdisciplinari, che ne esplorano le implicazioni nei campi sociale, economico, educativo e culturale (Gräf *et al.*, 2024; Allam *et al.,* 2022; George *et al.,* 2021).

Da un lato, il Metaverso viene spesso descritto come uno spazio virtuale condiviso e persistente, reso possibile dall'integrazione di realtà virtuale, realtà aumentata e altre tecnologie emergenti. Dall'altro lato, esso rappresenta un ecosistema socioeconomico in trasformazione, capace di ridefinire i modelli di interazione umana, le logiche produttive e i paradigmi educativi. Questa duplice natura, tecnica e socioculturale, rende il concetto di Metaverso un oggetto di studio eterogeneo, che si presta a differenti interpretazioni e prospettive teoriche.

L'assenza di una definizione univoca, combinata con la rapida evoluzione del fenomeno, sottolinea la necessità di un'analisi critica e sistematica della letteratura accademica esistente. Una revisione strutturata delle principali teorizzazioni e ricerche empiriche permette, infatti, non solo di mappare le molteplici dimensioni del concetto, ma anche di chiarire le specifiche direzioni di indagine intraprese nei vari contesti di applicazione. In questa prospettiva, il presente contributo si propone di fornire una rassegna critica della letteratura accademica sul Metaverso, evidenziando le principali traiettorie di sviluppo e le implicazioni per i c.d. "territori digitali" e le nuove progettualità educative.

In particolare, un approccio di tale natura si configura come un passaggio preliminare e imprescindibile per approfondire sia la complessità intrinseca del Metaverso, sia il suo potenziale trasformativo nei confronti dei modelli di apprendimento e conoscenza, contribuendo in tal modo a inquadrare e valorizzare i diversi contributi che compongono il presente volume.

2. Metodologia della ricerca

Negli ultimi anni, come più volte sottolineato, il concetto di Metaverso ha assunto una posizione centrale sia nel dibattito scientifico che in quello pubblico, diventando oggetto di un'attenzione senza precedenti, in particolare durante il biennio 2021/2022. Sebbene recenti narrazioni abbiano suggerito una possibile crisi di interesse verso il fenomeno (Cacchione, 2024), con un apparente declino nelle ricerche rispetto al picco iniziale, le applicazioni nel settore educativo stanno emergendo come uno degli ambiti più concreti e promettenti. È proprio in questo contesto, infatti, che il Metaverso inizia a dimostrare il suo potenziale trasformativo, offrendo possibilità

innovative per la creazione di ambienti di apprendimento immersivi e interattivi: secondo le ultime proiezioni (Statista, 2024), il mercato in tale settore è destinato a raggiungere un valore di 22,6 miliardi di euro entro il 2030.

Un'analisi delle tendenze relative alle ricerche online, effettuata su Google Trends, rivela che, sebbene si sia effettivamente verificato un naturale calo rispetto al periodo di massimo entusiasmo iniziale, le ricerche sul tema si siano stabilizzate nel tempo: viene evidenziata, infatti, una persistenza di valori relativamente elevati, accompagnati da fluttuazioni a breve termine, che suggeriscono un interesse costante e rinnovato. Ciò suggerisce che, al di là della riduzione dell'interesse globale, le tecnologie legate al Metaverso stanno progressivamente consolidandosi, configurandosi come uno strumento fondamentale per immaginare e progettare i futuri modelli di insegnamento e apprendimento.

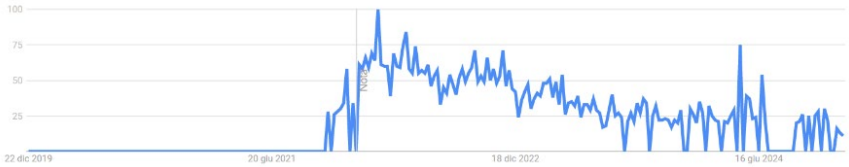

Figura 1: Andamento delle ricerche (2019-2024) su Google della keyword "Metaverse education"
Fonte: Google Trend

Al fine di esplorare sistematicamente il ruolo del Metaverso nell'ambito educativo, è stata condotta una revisione strutturata della letteratura accademica, utilizzando i principali database di riferimento, tra cui Google Scholar, IEEE, ScienceDirect, Springer e Taylor and Francis Online. Il processo di ricerca è stato guidato da una selezione accurata di parole chiave, in linea con quanto evidenziato dalla letteratura metodologica (Gusenbauer e Haddaway, 2020), secondo cui la definizione delle keyword rappresenta un passaggio cruciale per garantire l'accesso a pubblicazioni pertinenti.

Attraverso l'impiego delle parole chiave selezionate mediante l'utilizzo dei tradizionali operatori booleani[2] (riportate nella Tabella 1), sono stati identificati 237 articoli. Di questi, 51 sono stati successivamente esclusi in quanto duplicati. In una fase successiva, gli articoli sono stati sottoposti a un rigoroso processo di valutazione basato su criteri di inclusione ed

[2] Strumenti logici utilizzati per affinare le ricerche bibliografiche nei database e nei motori di ricerca, introdotti da George Boole nel XIX secolo. Tra i principali operatori si annoverano AND, OR e NOT, che permettono di combinare o escludere temi, migliorando la precisione e la pertinenza dei risultati.

esclusione predefiniti (indicati nella Tabella 2 e 3), rielaborati da Alfasisal *et al.* (2024).

Tabella 1: Keywords utilizzate per la ricerca

Parole chiave ricercate
["Metaverse" OR "Metaworld" OR "Metaworlds" OR "Virtual Worlds" OR "Virtual Reality" OR "Immersive Worlds" OR "Immersive Reality" OR "VR" OR "Augmented Reality" OR "AR" OR "Mixed Reality" OR "XR"] AND ["Education" OR "Students" OR "Learner" OR "School" OR "Discipline"]

Fonte: Elaborazione delle autrici

Tabella 2: Criteri di inclusione

Criteri di inclusione
- Gli articoli trattano esplicitamente l'applicazione del Metaverso nel contesto educativo; - Gli articoli sono pubblicati in inglese; - Gli articoli rientrano nell'intervallo temporale 2010-2024 - Gli articoli sono pubblicati in riviste *peer-reviewed* o atti di conferenza internazionali

Fonte: Elaborazione delle autrici su schema di Alfasisal et al. (2024)

Tabella 3: Criteri di esclusione

Criteri di esclusione
- Gli articoli non approfondiscono le applicazioni nel campo educativo - Gli articoli sono pubblicati in lingue diverse dall'inglese, pur presentando abstract tradotto - Non rientrano nell'intervallo temporale selezionato - Materiali non *peer-reviewed*

Fonte: Elaborazione delle autrici su schema di Alfasisal et al. (2024)

Tale procedura ha portato alla selezione di 165 articoli che soddisfacevano pienamente i criteri richiesti e che sono stati inclusi nella revisione sistematica. L'intero processo di selezione e filtraggio è stato condotto seguendo le linee guida del modello PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*), indicate in Figura 2, al fine di garantire trasparenza e affidabilità metodologica (Page *et al.*, 2021).

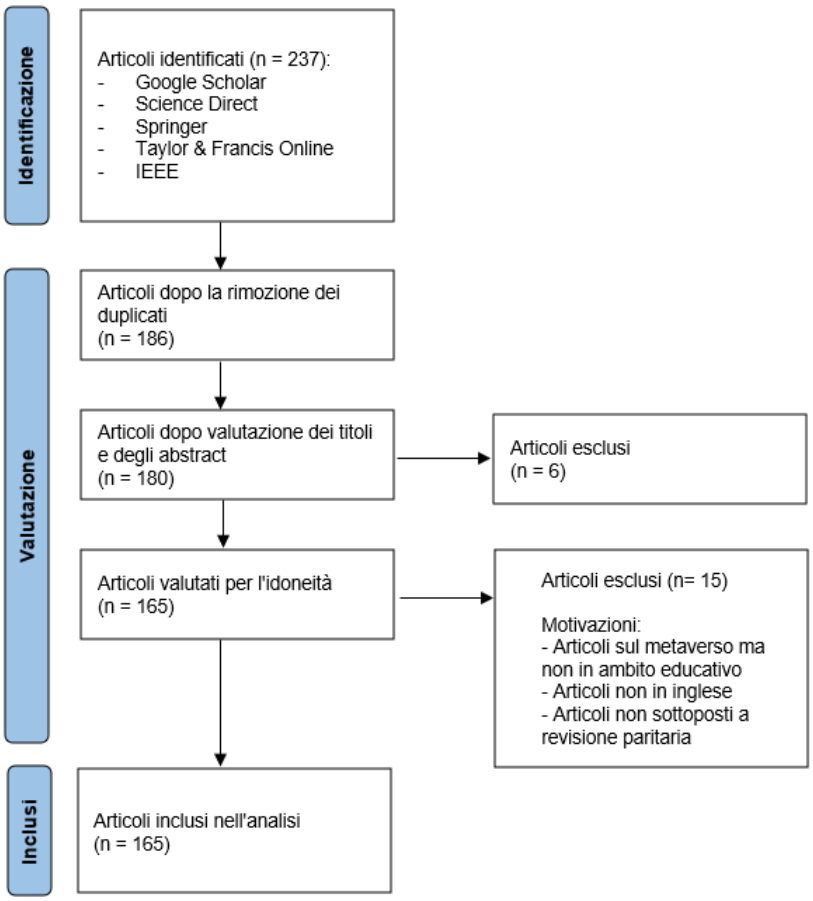

Figura 2: PRISMA flow diagram
Fonte: Elaborazione delle autrici su schema PRISMA (Page et al., 2021)

Gli articoli selezionati sono stati successivamente codificati sulla base di diversi parametri, tra cui: anno di pubblicazione, area di ricerca principale, livello di istruzione considerato (ad esempio, istruzione universitaria, scuole superiori, scuole primarie), regione geografica di riferimento e affiliazione istituzionale. Tale processo di codifica è stato adottato al fine di garantire una categorizzazione sistematica e dettagliata del corpus di documenti, consentendo di identificare eventuali tendenze temporali, ambiti disciplinari prevalenti, specificità territoriali e differenze nell'approccio educativo.

3. Il Metaverso e le sue applicazioni educative: revisione strutturata della letteratura

Analizzando la distribuzione geografica degli articoli accademici sul Metaverso nel campo dell'educazione (Figura 3), emerge una significativa sovrapposizione con i paesi in cui l'interesse pubblico per l'argomento, misurato attraverso le ricerche su Google relative a "*Metaverse education*", risulta particolarmente elevato (Figura 4). Questo parallelismo suggerisce una correlazione interessante tra la produzione scientifica e il coinvolgimento sociale sul tema, indicando che l'interesse accademico non opera in isolamento, ma riflette e, al contempo, alimenta le dinamiche culturali e tecnologiche di una società. In particolare, paesi come Cina, India e Stati Uniti emergono sia come principali produttori di articoli accademici, sia come aree in cui il pubblico mostra un interesse significativo verso il tema. La Cina, in particolare, si distingue per l'elevato volume di articoli accademici e per un interesse pubblico costantemente alto, riflettendo probabilmente il forte investimento nazionale in tecnologie immersive e digitalizzazione dell'istruzione. Analogamente, l'India mostra un'intensa attività di ricerca e un pubblico fortemente coinvolto, segno di una crescente domanda di soluzioni educative innovative per un sistema scolastico che deve far fronte alle esigenze di una popolazione giovane e in rapida crescita. Negli Stati Uniti, invece, la lunga tradizione di innovazione tecnologica e il consolidato ecosistema accademico sembrano alimentare una relazione sinergica tra ricerca scientifica e implementazione pratica delle tecnologie legate al Metaverso.

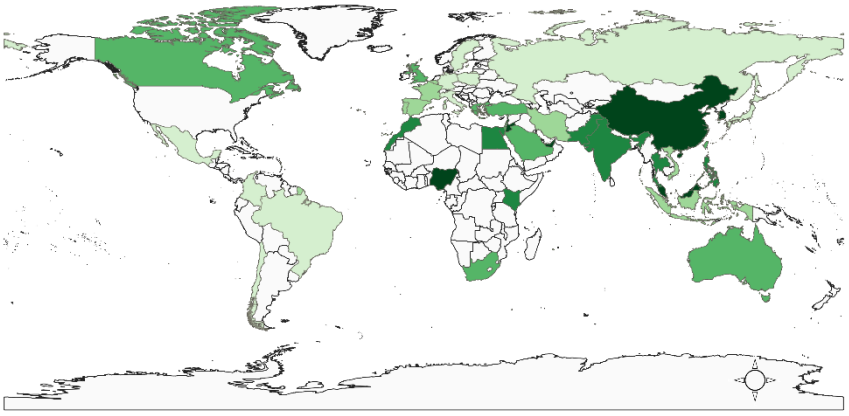

Figura 3: Distribuzione geografica degli articoli accademici
Fonte: Elaborazione QGIS delle autrici

Figura 4: Interesse pubblico sul tema
Fonte: Google Trend

Osservando la suddivisione disciplinare degli articoli, rappresentata nella Figura 5, emerge chiaramente una predominanza della Computer Science (30,1%), che si configura come il fulcro tecnico e concettuale per la progettazione e l'implementazione delle tecnologie immersive. Sebbene tale dato non risulti sorprendente, esso evidenzia una marcata concentrazione sugli aspetti prevalentemente tecnici del fenomeno, lasciando intravedere spazi ancora inesplorati in altre aree disciplinari. Queste ultime potrebbero, infatti, contribuire ad ampliare significativamente le potenzialità educative del Metaverso, fornendo approcci complementari e prospettive interdisciplinari.

Un contributo rilevante in questo senso proviene dalla macrocategoria delle Scienze Sociali (16,6%), che sposta l'attenzione dagli aspetti tecnologici a quelli più strettamente legati alle dinamiche umane e relazionali. Questo ambito testimonia un crescente interesse verso l'analisi delle implicazioni socioculturali e pedagogiche derivanti dall'impiego del Metaverso nei contesti educativi. Le Scienze Sociali si focalizzano su aspetti fondamentali quali l'interazione tra studenti e ambienti virtuali, l'accessibilità delle tecnologie e il loro impatto sulle dinamiche di inclusività. Inoltre, queste discipline non si limitano a descrivere i fenomeni, ma forniscono strumenti analitici utili a valutare l'efficacia del Metaverso nel migliorare il coinvolgimento e la motivazione degli studenti, con particolare attenzione ai contesti di apprendimento collaborativo.

L'ambito dell'educazione STEM[3] risulta essere particolarmente rappresentato nella segmentazione disciplinare: oltre alla Computer Science, figurano tra le discipline più presenti l'Ingegneria (14,9%) e la Matematica (6,5%). In particolare, esse giocano un ruolo complementare, fornendo le basi metodologiche per la creazione e l'ottimizzazione di simulazioni avanzate, particolarmente promettenti nell'educazione STEM, dove il Metaverso consente il superamento delle limitazioni fisiche dei laboratori tradizionali, offrendo esperienze maggiormente sicure, scalabili e ripetibili. Applicazioni analoghe sono ravvisabili nel contesto medico che, con il 5,1% delle pubblicazioni, emerge come una delle discipline che sta rapidamente abbracciando il potenziale del Metaverso. In particolare, la medicina sfrutta le capacità immersive per simulare scenari complessi e difficilmente replicabili nella realtà, come emergenze mediche o interventi chirurgici avanzati, offrendo così nuove opportunità di formazione e pratica professionale.

Le discipline meno rappresentate, come gli Studi Umanistici (1,7%) e le Scienze Naturali (ad esempio, Biologia e Biochimica), pur avendo un numero limitato di contributi, presentano prospettive potenzialmente molto rilevanti: gli articoli dedicati agli Studi Umanistici evidenziano come le tecnologie immersive possano essere impiegate per ricostruzioni storiche, esperienze narrative interattive o percorsi filosofici immersivi, arricchendo l'esperienza educativa con nuove modalità di apprendimento culturale; analogamente, la letteratura relativa alle Scienze Naturali sottolinea il potenziale del Metaverso nel modellizzare fenomeni biologici e fisici complessi, rendendoli fruibili in modo interattivo e visivamente intuitivo.

Nonostante la polarizzazione osservata in alcune discipline, la presenza di una distribuzione variegata, confermata anche dalla categoria "*Altri ambiti disciplinari*" (12%), evidenzia la trasversalità e l'ampiezza del fenomeno. Questa diversità testimonia il potenziale del Metaverso di diventare una piattaforma integrativa, capace di coniugare approcci tecnologici, pedagogici e disciplinari, e di trasformare i paradigmi tradizionali dell'educazione.

[3] L'acronimo STEM indica l'approccio educativo focalizzato sulle discipline di Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica, mirato a promuovere competenze tecnico-scientifiche, pensiero critico e *problem-solving*, considerate fondamentali per affrontare le sfide del mondo contemporaneo.

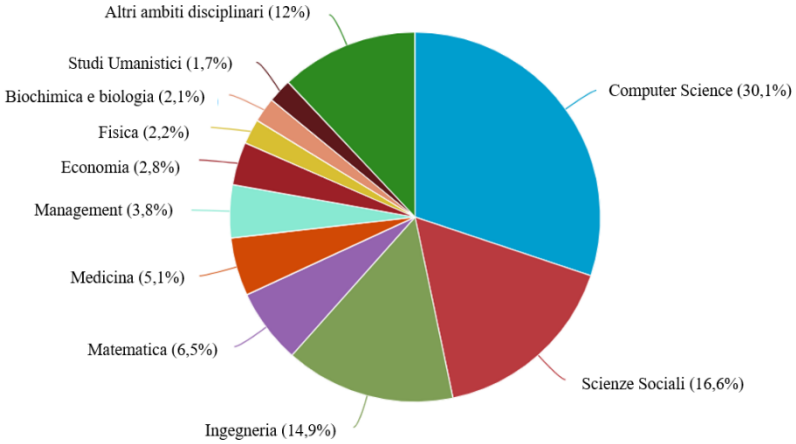

Figura 5: Suddivisione disciplinare degli articoli
Fonte: Elaborazione delle autrici

4. Analisi dei *case studies*

I 165 contributi originariamente selezionati per l'analisi sono stati successivamente sottoposti a un ulteriore livello di scrematura, volto a identificare esclusivamente gli articoli che descrivevano applicazioni pratiche del Metaverso nell'ambito educativo, con particolare riferimento all'uso di tecnologie di realtà virtuale e aumentata. Questa selezione ha ridotto il campione a 46 articoli focalizzati su casi studio concreti (*case studies*). Su questa base, è stato condotto un approfondimento che ha esaminato il livello di istruzione al quale tali applicazioni si riferivano (Figura 6) e la distribuzione geografica dei casi analizzati (Figura 7).

Per quanto riguarda il livello di istruzione, i casi studio sono stati suddivisi in tre categorie: *higher education* (31 articoli), *primary education* (9 articoli) e *general* (6 articoli). Si è scelto di mantenere queste denominazioni nella lingua originale per evitare eventuali fraintendimenti o ambiguità legate alle differenze nei sistemi scolastici nazionali, che potrebbero rendere difficoltosa una traduzione precisa e universalmente applicabile.

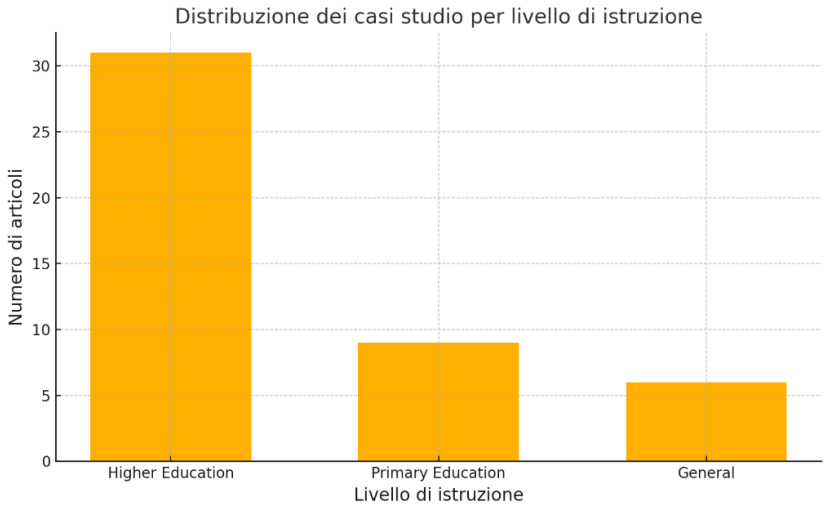

Figura 6: Suddivisione per livello d'istruzione
Fonte: Elaborazione delle autrici

L'analisi evidenzia una netta prevalenza di applicazioni del Metaverso nel contesto dell'*higher education*. Questo risultato può essere attribuito a diversi fattori. In primo luogo, il livello universitario offre un ambiente particolarmente adatto per l'adozione di tecnologie innovative, sia per la maggiore autonomia didattica degli istituti che per la disponibilità di risorse economiche e infrastrutturali, spesso assenti nei gradi scolastici inferiori. Inoltre, l'*higher education* si caratterizza per una popolazione studentesca matura, capace di interagire con strumenti tecnologici complessi e di trarre pieno vantaggio da esperienze immersive quali simulazioni avanzate o ambienti virtuali collaborativi.

Al contrario, le applicazioni nel contesto della *primary education* sono meno diffuse. Infatti, l'introduzione di tecnologie immersive nella scuola primaria richiede un approccio pedagogico specifico, che tenga conto dell'età degli studenti e delle loro capacità cognitive. Inoltre, i costi delle tecnologie immersive e la mancanza di competenze specifiche tra gli insegnanti rappresentano ulteriori ostacoli alla diffusione di tali strumenti nelle scuole primarie. Nonostante ciò, le sperimentazioni documentate dimostrano che il Metaverso ha un potenziale significativo in questo ambito, ad esempio per favorire l'apprendimento ludico e l'interazione sociale, soprattutto in contesti multidisciplinari.

La categoria *general*, che include applicazioni non specificamente legate a un particolare livello di istruzione, riflette invece l'utilizzo trasversale del Metaverso in contesti educativi più generici. Ciò potrebbe indicare un

approccio sperimentale o pilota, mirato a valutare il potenziale di tali tecnologie in diversi ambiti educativi, senza vincolarsi a un target di età o istruzione predefinito.

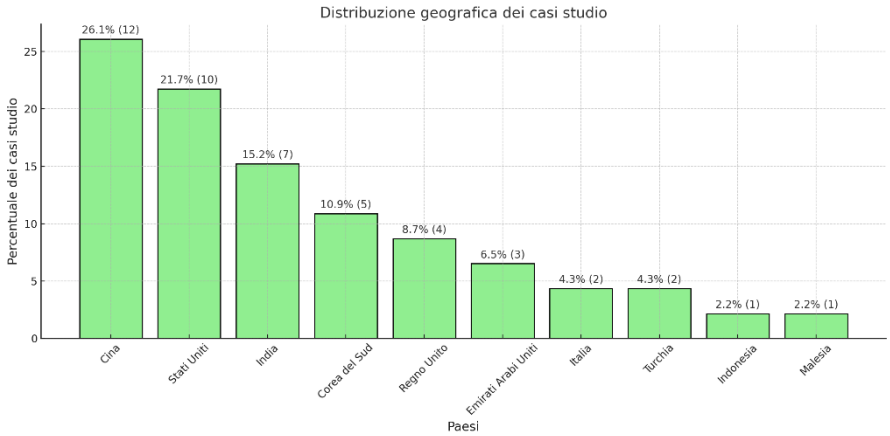

Figura 7: Distribuzione geografica dei 46 case studies
Fonte: Elaborazione delle autrici

L'analisi dei 46 casi studio relativi alle applicazioni pratiche del Metaverso nel contesto educativo rivela una distribuzione geografica (Figura 7) che rispecchia in modo significativo le dinamiche globali dell'innovazione tecnologica e dell'interesse accademico. La Cina si distingue con il maggior numero di casi studio (12), consolidando il proprio ruolo di leader nell'adozione di tecnologie immersive, grazie a massicci investimenti in infrastrutture digitali e a politiche governative orientate alla trasformazione del sistema educativo[4]. Seguono gli Stati Uniti (10), dove la combinazione tra un solido ecosistema accademico e l'accesso a risorse tecnologiche avanzate ha favorito l'implementazione concreta di progetti educativi basati sul Metaverso. L'India, con 7 casi studio, dimostra un crescente interesse verso soluzioni innovative per affrontare le sfide di un sistema educativo caratterizzato da una vasta popolazione studentesca e da una

[4] La RPC ha, infatti, intrapreso un percorso significativo nell'adozione di tecnologie immersive, sostenuto da ingenti investimenti: in particolare, il 14° Piano Quinquennale (2021-2025) si pone l'obiettivo di incrementare, entro il 2025, il valore dell'industria digitale di oltre il 3% del PIL. Inoltre, il Ministero della Scienza e della Tecnologia (MoST) ha lanciato un programma di investimento di circa 1,2 miliardi di euro focalizzato su tecnologie quali il 5, IoT e IA, come parte integrante della strategia "*Made in China 2025*" che mira a rafforzare l'autosufficienza tecnologica e a promuovere l'innovazione nel settore educativo (Innovitalia, 2024).

crescente domanda di strumenti tecnologici per migliorare la qualità dell'apprendimento[5].

Anche la Corea del Sud (5 casi) e il Regno Unito (4 casi) occupano una posizione di rilievo, grazie a un'integrazione avanzata delle tecnologie immersive nelle strategie educative nazionali. La Corea del Sud, in particolare, beneficia di un ecosistema altamente tecnologico, mentre il Regno Unito continua a promuovere sperimentazioni che combinano approcci pedagogici innovativi con l'utilizzo di ambienti virtuali. Gli Emirati Arabi Uniti (3 casi) rappresentano un esempio interessante di un contesto emergente in cui l'adozione del Metaverso educativo è incentivata da iniziative governative che mirano a posizionare il paese come un hub globale per l'innovazione tecnologica[6].

Infine, paesi come Italia, Turchia, Indonesia e Malesia, con un numero più contenuto di casi studio (tra 1 e 2 ciascuno), riflettono una fase iniziale di sperimentazione, spesso associata a progetti pilota o iniziative locali che mirano a testare le potenzialità del Metaverso in ambiti educativi specifici. Sebbene il numero di casi in questi contesti sia inferiore, essi offrono spunti preziosi per comprendere come le tecnologie immersive possano essere adattate a sistemi scolastici con caratteristiche e risorse diversificate.

Questa distribuzione geografica evidenzia come l'applicazione del Metaverso nel campo educativo non sia uniforme, ma risulti concentrata in contesti nazionali caratterizzati da una combinazione di fattori chiave: investimenti mirati, infrastrutture tecnologiche avanzate e visioni strategiche per l'innovazione didattica. L'adozione concreta del Metaverso educativo appare quindi strettamente legata alla capacità dei paesi di tradurre l'interesse teorico in pratiche educative innovative, suggerendo un potenziale ancora in larga parte da esplorare nei contesti meno rappresentati.

[5] Come sottolineato dal Ministro dell'Educazione, Dharmendra Pradhan, il Paese "*is providing unprecedented impetus on embracing new technologies, learning in Indian languages, research and employability skills*" in linea con quanto previsto dalla *National Education Policy* (Times of India, 2024). A supporto di questa visione, iniziative come *l'Atal Innovation Mission* (AIM, 2024) sono state avviate per trasformare l'ecosistema industriale e imprenditoriale, partendo da una riforma strutturale del sistema educativo di scuole e università, con l'obiettivo di rispondere alle esigenze economiche e sociali emergenti.

[6] In particolare, la strategia del Metaverso di Dubai rappresenta un'iniziativa chiave per posizionare la città come capitale globale delle tecnologie avanzate. Il programma mira a ospitare oltre 1.000 aziende attive nel settore del Metaverso e della blockchain, generare più di 40.000 posti di lavoro virtuali entro il 2030 e contribuire con 4 miliardi di dollari all'economia locale nei prossimi cinque anni (WAM, 2022).

5. Il Metaverso e le sue applicazioni educative per la geografia

L'utilizzo di strumenti digitali all'interno della didattica rappresenta una sfida ancora non pienamente affrontata in molte discipline (Farias-Gaytan *et al.*, 2023): infatti, l'integrazione di tali strumenti risulta spesso ostacolata da molteplici fattori, quali conoscenza insufficiente della loro importanza, limitazioni nell'accesso, assenza delle competenze necessarie per la loro corretta applicazione (Fergencs *et al*., 2020; Kibirige, 2023).

Tali fattori sono ancora più rilevanti per la disciplina geografica, il cui insegnamento si configura già di per sé come una sfida complessa, caratterizzata da una serie di problematiche che ne ostacolano una piena ed efficace trasmissione ai discenti. Infatti, la natura astratta di molti concetti geografici, unita alla necessità di sviluppare competenze di pensiero spaziale e una visione globale delle dinamiche territoriali, rende questa disciplina particolarmente impegnativa. Come più volte sottolineato da Frémont (2005), in quella che forse è diventata una delle sue più celebri frasi, "*il geografo ha bisogno di vedere […]. Il suo lavoro non avviene tanto nelle biblioteche, negli archivi o nei laboratori, quanto per le vie, sulle strade […] da qui il fatto che spesso abbia i piedi sporchi di fango*", l'osservazione diretta sul campo nello studio geografico assume un'importanza fondamentale per una comprensione contestualizzata. Tuttavia, nell'insegnamento tradizionale, le visite sul campo, che costituiscono uno strumento didattico fondamentale, risultano spesso impraticabili a causa di limitazioni logistiche, economiche o organizzative, confinando di fatto l'insegnamento all'interno delle mura scolastiche. In tale contesto, la disciplina rischia di ridursi a un mero esercizio mnemonico, con un focus su nozioni statiche e frammentate che non riescono a catturare la complessità dei fenomeni geografici e delle dinamiche globali.

In risposta a tali criticità, l'introduzione di strumenti digitali innovativi si rivela un'opportunità cruciale per rendere l'apprendimento geografico più interattivo e coinvolgente. Nel corso degli ultimi decenni, l'evoluzione tecnologica ha permesso di integrare metodi tradizionali con tecnologie avanzate, passando dall'utilizzo del World Wide Web agli inizi degli anni Duemila (Taylor, 2000), fino all'impiego di strumenti di *gamification* (Champion, 2024; Jo & Byun, 2024), realtà virtuale (Detyna & Kadiri, 2019; Blackman, 2022; Daniele, 2022) e, più recentemente, il Metaverso. Questi strumenti non solo consentono di superare le barriere fisiche, offrendo esperienze immersive che riproducono ambienti geografici complessi, ma favoriscono anche lo sviluppo di competenze trasversali, tra cui la capacità di analisi spaziale e il pensiero critico.

In particolare, numerosi studi hanno esplorato le potenzialità degli ambienti virtuali nel campo della geografia, evidenziando come "*immersive VR*

environments create a strong sense of perceived presence which leads to higher learner engagement and motivation" (Detyna & Kadiri, 2019). Tali tecnologie si dimostrano particolarmente efficaci anche nel potenziare le tecniche di osservazione sul campo, promuovendo una comprensione approfondita dei luoghi e delle dinamiche territoriali già prima di un'eventuale esperienza diretta sul territorio (Bos *et al.*, 2021). Questi vantaggi non solo arricchiscono l'apprendimento, ma aumentano anche la spendibilità dei laureati sul mercato del lavoro, grazie alla crescente applicazione industriale della realtà virtuale e aumentata.

Sebbene il Metaverso rappresenti un campo promettente per l'innovazione educativa, la letteratura scientifica sull'argomento è ancora in una fase emergente. Infatti, mentre gli studi sull'impiego della realtà virtuale e di altre tecnologie consolidate sono ormai numerosi, la ricerca sull'applicazione del Metaverso nella didattica geografica sembra concentrarsi prevalentemente su ambiti specifici (McDaniel, 2022) o sugli aspetti pedagogici, mirando a valutare l'impatto sul rendimento degli studenti (Habibah *et al*., 2023).

Ciononostante, le applicazioni del Metaverso nell'educazione geografica dimostrano enormi potenzialità, che si prevede possano ampliarsi ulteriormente considerandolo come un'estensione e un potenziamento delle tecnologie di realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR). L'utilizzo di strumenti *metaverse-based* nell'insegnamento della geografia sembra avere un impatto positivo significativo sugli esiti di apprendimento degli studenti, migliorando le competenze ICT, le abilità *multiliteracy* e le capacità di pensiero geografico (Dahan, 2022). Un esempio concreto di tali applicazioni è rappresentato dalla creazione della *Metaverse-Based Virtual Disaster Gallery* (Bachri et al., 2024), che ha supportato il processo di apprendimento della geografia attraverso lo sviluppo di un curriculum dedicato alla *disaster education*. Il tema, spesso trascurato, riveste una particolare importanza, soprattutto in aree ad alto rischio di disastri – nel caso specifico l'Indonesia –, fornendo agli studenti le competenze necessarie per comprendere e affrontare le sfide legate ai rischi naturali e antropogenici. Allo stesso modo, l'integrazione del Metaverso con la *Geo-Virtual Reality* (GVR)[7] ha rappresentato un caso di successo per lo sviluppo delle competenze di "*spatial thinking*", definito dagli autori come "*the thinking ability that must be possessed by a student learning geography*" (Purwanto *et al*., 2024). In altre parole, competenze essenziali per lo studio della geografia, in quanto consentono agli studenti di interpretare e comprendere le relazioni spaziali tra fenomeni naturali e sociali. Un ulteriore ambito di applicazione particolarmente promettente,

[7] Tecnologia sviluppata per rispondere alle esigenze tecnologiche e formative del XXI secolo attraverso l'unione della realtà virtuale e dei dati geospaziali (Manuputty, 2017). Essa si configura come un potente strumento di apprendimento trasformativo (Mezirow, 2003).

evidenziato dalla letteratura accademica, è rappresentato dall'utilizzo del Metaverso nella *GIScience*, dove si è rivelato efficace nell'insegnamento e nella comprensione della cartografia. Come evidenziato da Tsou e Mejia (2024), l'integrazione del Metaverso con le tecnologie GIS ha permesso di superare le limitazioni delle tradizionali rappresentazioni bidimensionali, offrendo agli studenti una visione immersiva e tridimensionale dei dati spaziali.

6. Conclusioni

L'analisi condotta mette in luce il ruolo sempre più rilevante del Metaverso come strumento innovativo nell'ambito educativo a diversi livelli scolastici. Sebbene l'adozione di questa tecnologia sia ancora in una fase iniziale, i risultati preliminari ne evidenziano il potenziale trasformativo, sia nel rinnovare le pratiche didattiche tradizionali, sia nel superare alcune delle principali barriere logistiche ed economiche che limitano l'insegnamento, in particolare quello geografico, spesso marginalizzato nel contesto italiano. Infatti, la capacità del Metaverso di generare ambienti tridimensionali immersivi consente agli studenti di interagire in modo dinamico con contenuti complessi, favorendo un maggiore coinvolgimento e una partecipazione più attiva al processo di apprendimento.

Questa tecnologia appare particolarmente promettente nel promuovere competenze fondamentali per lo studio della geografia, tra cui il pensiero spaziale, l'analisi critica delle relazioni tra fenomeni naturali e sociali e la comprensione delle dinamiche globali. Attraverso la simulazione di esperienze realistiche, il Metaverso facilita un apprendimento pratico e contestuale, superando le difficoltà che spesso ostacolano le tradizionali attività di campo. In particolare, la possibilità di rappresentare e analizzare dati geospaziali all'interno di ambienti virtuali offre nuove opportunità per l'insegnamento della cartografia, della *GIScience* e di tematiche specifiche come l'educazione ai rischi ambientali.

Nonostante queste prospettive, la letteratura esistente sul Metaverso in ambito educativo resta frammentaria, con un'attenzione spesso limitata ad applicazioni specifiche o approcci pedagogici circoscritti. Questa lacuna evidenzia l'urgenza di sviluppare ulteriori ricerche interdisciplinari, volte a esplorare non solo l'efficacia formativa del Metaverso, ma anche il suo impatto sociale e le implicazioni etiche. Sarebbe auspicabile concentrare l'attenzione anche sugli effetti a lungo termine di queste tecnologie, in particolare sullo sviluppo di competenze trasversali e sulla preparazione degli studenti a un mercato del lavoro in continua trasformazione.

In prospettiva, il Metaverso si configura come una frontiera ricca di

potenzialità per l'educazione geografica, aprendo orizzonti inediti per rinnovare i paradigmi educativi tradizionali. Tuttavia, per sfruttare appieno questi benefici, è fondamentale adottare strategie di implementazione ben ponderate, che combinino strumenti tecnologici avanzati con approcci pedagogici solidi e inclusivi. Solo attraverso una collaborazione stretta tra ricercatori, docenti e istituzioni sarà possibile massimizzare l'impatto positivo di questa tecnologia, promuovendo non solo il miglioramento della didattica, ma anche la formazione di cittadini consapevoli, pronti a confrontarsi con le sfide complesse del mondo contemporaneo.

Riferimenti bibliografici

Alfaisal, R., Hashim, H., & Azizan, U. H. (2024). Metaverse system adoption in education: A systematic literature review. *Journal of Computers in Education, 11*, 259-303. https://doi.org/10.1007/s40692-022-00256-6

Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S. E., Jones, D. S., & Krogstie, J. (2022). The metaverse as a virtual form of smart cities: Opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban futures. *Smart Cities, 5*(3), 771-801.

Atal Innovation Mission. (2024). *About AIM – Indian Gov*. https://aim.gov.in/index.php

Bachri, S., Hakiki, A. R. R., Sumarmi, S., Putra, A. K., Hidiyah, T. M., Putri, N. R. C., & Prastiwi, M. R. H. (2024). Development of metaverse-based virtual disaster gallery as a support system for disaster education in geography learning. *Geography: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan, 12*(2), 933-946. https://doi.org/10.31764/geography.v12i2.26431

Blackman, T. (2022). Virtual reality and videogames: Immersion, presence, and the performative spatiality of 'being there' in virtual worlds. *Social & Cultural Geography, 25*(3), 404-422. https://doi.org/10.1080/14649365.2022.2157041

Bos, D., Miller, S., & Bull, E. (2021). Using virtual reality (VR) for teaching and learning in geography: Fieldwork, analytical skills, and employability. *Journal of Geography in Higher Education, 46*(3), 479-488. https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1901867

Cacchione, A. (2024). Beyond the hype and the crisis: A possible metaverse for education. In *Augmented and Virtual Reality in the Metaverse* (pp. 25-40). Springer Nature Switzerland.

Champion, E. (2024). Caught between a rock and a ludic place: Geography for non-geographers via games. In M. Morawski & S. Wolff-Seidel (Eds.), *Gaming and Geography. Key Challenges in Geography* (pp. 49-61). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42260-7_3

Dahan, N. A., et al. (2022). Metaverse framework: A case study on e-learning environment (ELEM). *Electronics 2022, 11(10),* 1616. https://doi.org/10.3390/electronics11101616

Daniele, M. (2022). Using geobrowsers and VR platforms to empower students' awareness of sustainability issues. *J-Reading, 1*, 75-82.

Detyna, M., & Kadiri, M. (2019). Virtual reality in the HE classroom: Feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *Journal of Geography in Higher Education, 44*(3), 474-485. https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700486

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., & Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary

perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management, 66*, 102542.

Farias-Gaytan, S., Aguaded, I., & Ramirez-Montoya, M.-S. (2023). Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: A systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications, 10*(1), 1-11.

Fergencs, T., Pilawka, O., Broholm, R., & Magnussen, R. (2020). Barriers to implementing technology-enhanced learning in South African primary schools. *Proceedings of the European Conference on E-Learning (ECEL)*, 182-189.

Frémont, A. (2005). *Vi piace la geografia?* Carocci.

George, A. H., Fernando, M., George, A. S., Baskar, T., & Pandey, D. (2021). Metaverse: The next stage of human culture and the internet. *International Journal of Advanced Research Trends in Engineering and Technology (IJARTET), 8*(12), 1-10.

Gräf, M., Mehler, M., & Jourdan, S. (2024). Crisis management in the metaverse: Designing virtual worlds for real-world resilience. *ICIS 2024 Proceedings 3.*

Gusenbauer, M., & Haddaway, N. R. (2020). Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta-analyses? Evaluating retrieval qualities of Google Scholar, PubMed, and 26 other resources. *Research Synthesis Methods, 11*(2), 181-217.

Habibah, K., Putra, A. K., Nilsson, S., & Vielhaber, C. (2023). Digital estuaries: Exploring the pedagogical benefits of virtual reality media in geography and spatial analysis. *Jambura Geo Education Journal*, 187-198. https://doi.org/10.34312/jgej.v4i2.22165

Innovitalia (2024). *Ricerca e innovazione in Cina. Il portale della diplomazia scientifica*. https://innovitalia.esteri.it/pagina_paese/Cina

Jo, S., & Byun, J. (2024). Developing a world geography gamification lesson plan with digital tools. *Fourth Industrial Review, 4*(1), 11-18. https://doi.org/10.20498/fir.2024.4.1.11

Kibirige, I. (2023). Primary teachers' challenges in implementing ICT in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in the post-pandemic era in Uganda. *Education Sciences.*

McDaniel, P. N. (2022). Teaching, learning, and exploring the geography of North America with virtual globes and geovisual narratives. *Journal of Geography*. https://doi.org/10.1080/00221341.2022.2119597

Mezirow, J. (2003). Transformative learning as discourse. *Journal of Transformative Education, 1*, 58-63. https://doi.org/10.1177/1541344603252172

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Purwanto, P., Hamdan, A., Putra, A. K., Aripriharta, A., Tan, I., & Farihah, S. N. (2024). Geo-virtual reality (GVR): The creative materials to construct spatial thinking skills using virtual learning-based metaverse technology. *Thinking Skills and Creativity, 54*, 101664. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101664

Statista (2024). *Metaverse education – Worldwide*. https://www.statista.com/outlook/amo/metaverse/metaverse-education/worldwide?currency=EUR

Stephenson, N. (1992). *Snowcrash*. ROC, Penguin.

Taylor, J. S. (2000). Using the World Wide Web in undergraduate geographic education: Potentials and pitfalls. *Journal of Geography, 99*(1), 11-22. https://doi.org/10.1080/00221340008978949

Times of India (2024). India accelerates education reforms: Embraces new technologies and global competency, says Union Minister Dharmendra Pradhan. https://timesofindia.indiatimes.com/education/news/india-accelerates-education-reforms-embraces-new-technologies-and-global-competency-says-union-minister-dharmendra-pradhan/articleshow

Tsou, M. H., & Mejia, C. (2023). Beyond mapping: Extend the role of cartographers to user interface designers in the metaverse using virtual reality, augmented reality, and mixed reality. *Cartography and Geographic Information Science, 51*(4), 1-15. https://doi.org/10.1080/15230406.2023.2264748

WAM – Emirates News Agency. (2022). *Dubai Metaverse Strategy*. https://www.wam.ae/it/details/1395303071561

Orientarsi nei (e tra i) Metaversi: opportunità e rischi delle geografie aumentate

di Massimiliano Tabusi*

1. Premessa

Giocando un po' con la lingua italiana e con la parola chiave con cui ci confrontiamo, "Metaverso", potremmo chiederci quale sia la meta-verso la quale la tecnologia può condurci, e quali siano gli effetti spaziali e geografici che troveremo lungo il percorso. A ben vedere non è una domanda così oziosa come a prima vista potrebbe sembrare. Questo percorso, infatti, non è necessariamente orientato dalle leggi fisiche, come avviene per il suo "antesignano" (l'universo, il che è tutto dire…), ma è – o dovrebbe essere – indirizzato dall'inventiva umana e dagli umani bisogni. Per iniziare si può partire da una definizione. L'enciclopedia Treccani (online) per *Metaverso* recita: *"Termine – impiegato per la prima volta nel 1992 da N. Stephenson nel romanzo cyberpunk Snow crash per indicare un mondo virtuale in 3D popolato di repliche umane digitali – con il quale si definisce una zona di convergenza di spazi virtuali interattivi, localizzata nel cyberspazio e accessibile dagli utenti attraverso un avatar con funzione di rappresentante dell'identità individuale"*[1]. Se a questo punto decidessimo di consultare anche la definizione di cyberspazio, ci accorgeremmo che pure questo termine deriva da un racconto cyberpunk (*Burning Chrome*, di William Gibson, 1982)[2]. Il che ci dice che, per orientarci in questo contesto, dobbiamo munirci di visione e fantasia. Poiché per *cyberspazio* si intende oggi sostanzialmente un'estensione dello spazio fisico tradizionale, anche il Metaverso avrà due componenti: quella concreta e quella virtuale. La chiave della definizione sopra riportata sembra essere «zona di convergenza di spazi virtuali interattivi», nella misura in cui sottolinea il concetto di convergenza (ovvero

* Dipartimento di Studi Umanistici, Università per Stranieri di Siena, tabusi@unistrasi.it

[1] https://www.treccani.it/enciclopedia/metaverso/ (consultato il 24/8/2024).

[2] https://tinyurl.com/bd5z5hsk (consultato il 24/8/2024).

incontro, interconnessione), e l'interattività, che evoca proprio la giuntura con lo spazio fisico tradizionale. Infatti è sempre fondamentale ricordare che, per quanto si sia portati a focalizzare soprattutto la dimensione virtuale, anche per sperimentare un Metaverso sono essenziali moltissimi aspetti concreti (Tabusi, 2008): la connessione e la sua qualità, la possibilità di superare eventuali barriere all'accesso (ad esempio alcuni governi impediscono la fruizione di determinati servizi, e anche il fatto che questi siano soggetti a pagamento o a registrazione può costituire una barriera), la disponibilità di terminali – visori, dispositivi vari[3] – che consentano l'interazione ed altro ancora. Questo complesso intreccio agganciato al mondo reale e proiettato nel virtuale presenta molte opportunità ed altrettanti rischi, tra i quali il pensiero geografico può aiutare ad orientarsi. Data l'elevatissima complessità dell'argomento, nella piena coscienza di non poterlo neppure lontanamente esaurire in questa sede, si organizzerà la riflessione presentando spunti di riflessione attorno ad alcuni nodi.

2. Un Metaverso o molti Metaversi? Abitato da chi, e "posseduto" da chi?

Se concettualmente il cyberspazio è tutto l'insieme di estensioni cyber dello spazio, e dunque ha senso declinarlo al singolare, altrettanto non vale per il Metaverso, che può essere *un* servizio o una interconnessione di *più* servizi, ma non certo di tutti quelli esistenti o possibili. Per questa ragione appare opportuno, concettualmente, parlarne al plurale: *I Metaversi*. Ogni Metaverso si presenta al momento come un servizio, uno spazio aumentato che offre alcune opportunità a chi ne fruisce, attraverso dei dispositivi che consentono un certo grado di immersività. Come per ogni strumento, originariamente queste opportunità sono programmate nel progetto di chi ha creato il servizio, anche se attraverso l'uso creativo e opportunistico si possono generare ulteriori utilità impreviste. D'altro canto, quando Timothy John Berners-Lee nel 1990 realizzò il primo *server web* non poteva certo immaginare ciò che il World Wide Web sarebbe diventato. È utile tenerlo in considerazione quando si riflette su chi abiti un Metaverso. Inizialmente,

[3] Proprio i dispositivi necessari per l'interazione appaiono attualmente come un notevole freno alla diffusione dei Metaversi. Come ci hanno dimostrato altri passaggi tecnologici promettenti, che però non hanno raggiunto la diffusione ipotizzata – si pensi ai televisori a tecnologia 3D che richiedevano, per la visione, di dotarsi di occhiali speciali – le persone tendono a non dotarsi di dispositivi con finalità molto specifiche, particolarmente se se ne percepisce l'uso come poco agevole. Sotto questo aspetto gli smartphones, con la loro diffusione, praticità e multifunzionalità, sono stati una delle principali chiavi per la diffusione delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

infatti, un servizio sarà utilizzato prevalentemente per svolgere le funzioni per le quali è stato progettato, ma successivamente la situazione potrebbe modificarsi andando oltre la logica iniziale. La direzione di questa evoluzione possono darla, essenzialmente, coloro che hanno strutturato il servizio assieme a coloro che lo possiedono, naturalmente anche tenendo conto della propensione degli utenti e dell'obiettivo che progettisti e proprietari si pongono. Ad esempio, Facebook nacque sulla scia di FaceMash, un semplice sito web creato nel 2003 che permetteva agli studenti di Harvard di votare, tra due immagini di studentesse selezionate casualmente, quella che giudicavano più attraente. Visto il buon successo dell'iniziativa, e intuita la potenzialità di mettere in connessione tra loro gli studenti di quella università, l'evoluzione fu il social media TheFacebook (poi ridenominato solo Facebook), la cui scala iniziale era ancora quella degli studenti di Harvard. È noto come questo social media si sia evoluto prestandosi per una miriade di funzioni non previste, e, proprio grazie al suo bacino di utenza straordinariamente capillare, dovuto anche a questi ulteriori usi, abbia raggiunto un impatto globale, collegandosi – mediante acquisizioni a suon di miliardi di dollari – anche ad altri strumenti di interconnessione come Instagram (2012) e WhatsApp (2014). Quale evoluzione sperimenta uno spazio virtuale così vasto? Chi si occupa di geografia sa quanto sia importante avere il potere (e la forza) di denominare un luogo[4]: la proiezione successiva della compagnia nata dall'idea di FaceMash, poi divenuta Facebook, è il nome "Meta", autoattribuito alla compagnia con l'ambizione, anche grazie all'acquisizione della società che produce visori virtuali Oculus (2014), di generare e "possedere" *IL* Metaverso (Buchholz, Oppermann, Prinz, 2022). Come si è detto appare improprio parlarne al singolare, ma anche attraverso la denominazione la compagnia di Mark Zuckerberg puntava (e tuttora punta) ad accompagnare l'enorme massa di utenti dei propri servizi verso questa nuova frontiera. Poiché nei Metaversi le identità sono rappresentate da avatar, chi gestisce un Metaverso non solo ha il controllo di quello spazio virtuale e delle sue funzioni, ma, entro certi limiti, perfino della persona stessa, intesa come proiezione della persona reale nello spazio virtuale. Lo sanno, ad esempio, coloro che hanno subito in Facebook un furto d'identità, perdendo temporaneamente o definitivamente il proprio *account* e la rete di interconnessioni "amicali" senza poter ottenere il supporto di alcuna autorità nazionale, considerando che il cyberspazio è uno spazio in cui la sovranità non è necessariamente correlata al territorio in cui risiede chi ne fruisce[5]. Simili conside-

[4] La denominazione è uno degli elementi primari dei processi di territorializzazione (Turco, 2010), e questo vale, a maggior ragione, per territori "di nuova generazione".

[5] È possibile citare un caso per esperienza diretta: assieme ad alcuni colleghi di diverse università italiane abbiamo dato vita dal 2010 alla Rete29Aprile, che si è poi trasformata più

razioni portano a inquadrare il tema della sovranità in un modo diverso da quello che storicamente si è attestato: se la sovranità si può cristallizzare nel motto latino "*superiorem non recognoscens*", e se normalmente si considerava che ciò fosse vero in quello spazio dell'esperienza dell'individuo che è il territorio, non si può non riconoscere che questo spazio dell'esperienza è oggi sempre più esteso a dimensioni non direttamente controllabili da uno stesso potere sovrano. Quella attualmente in atto appare una fase costitutiva di una realtà in cui alcuni elementi tipici della sovranità sono in realtà "sfrangiati" e suddivisi in vari contesti che, talvolta, sfuggono al detentore della sovranità tradizionale: lo Stato. A titolo di esempio – anche qui tra i moltissimi possibili – si potrebbe citare l'esperienza dell'applicazione "Immuni" nella fase dell'epidemia di Covid-19, voluta dal governo italiano per cercare di tracciare nello spazio i potenziali contagi allo scopo di limitarli[6]. Le informazioni sulle posizioni dei singoli – pur se cittadini italiani – erano già in possesso di aziende non nazionali (come Google o Apple, proprietarie dei sistemi operativi della quasi totalità degli smartphone, e dunque del relativo tracciamento spaziale) ma non dello Stato; l'applicazione si è poi rivelata velleitaria e inefficace ed è caduta nel dimenticatoio.

Considerando che una delle caratteristiche principali dei Metaversi è quella di consentire interazioni simil-spaziali anche prescindendo dalla prossimità fisica concreta, e tenendo conto degli enormi progressi che l'intelligenza artificiale sta compiendo, c'è un altro aspetto rilevante da considerare a proposito degli "abitanti" di un Metaverso: come distinguere un avatar di un essere umano da un "bot", ovvero da una simulazione di persona umana? Poiché la relazione è mediata da dispositivi, potrebbe presto essere indistinguibile una interlocuzione – persino tattile – che avviene con un altro essere

recentemente in associazione (www.rete29aprile.net). L'account, l'identità e la pagina Facebook della Rete29Aprile, che contava circa 6.000 "follower" e operativa dal 2010, sono stati hackerati da ignoti e utilizzati per comunicazioni pubblicitarie quantomeno dubbie se non scabrose. Nonostante l'ovvietà dell'impossessamento, del tutto evidente a chiunque verificasse circa 13 anni di attivismo sui temi universitari con una conversione repentina a tutt'altre tematiche dopo l'hackeraggio, Facebook, totalmente indifferente alle decine di segnalazioni inviate da molti aderenti alla R29A e altri utenti, ha respinto ogni richiesta e lasciato la pagina (successivamente ridenominata dagli hacker in Outletmixx-shop, con il *placet* di Facebook), con relativo logo originario, alla mercé di chi se n'è impossessato. Contattata dall'attivista che aveva creato la pagina, la polizia postale ha comunicato di non avere modo di incidere concretamente in casi come questo.

[6] L'esempio non riguarda in particolare i Metaversi ma, più in generale, il cyberspazio. Similmente, però, situazioni che si dovessero dispiegare in un Metaverso sarebbero indubitabilmente più sotto il controllo della proprietà del Metaverso stesso che dello Stato del quale hanno la cittadinanza le persone coinvolte.

umano da quella che si realizza con una intelligenza artificiale[7]. Tutto ciò pone interrogativi di natura etica di grandissima portata, già esplorati dall'arte ma forse non ancora abbastanza dalla ricerca[8]. "Con chi" dialogo in un Metaverso? E, domanda forse ancor più disturbante: è davvero importante saperlo, oppure ciò che conta maggiormente è l'esperienza che ne posso trarre?

3. I Metaversi e la formazione

Lasciando sullo sfondo le ultime considerazioni appena esposte, che possono però gravare sull'intero argomento di questo paragrafo (in un Metaverso, come posso essere certo che il mio insegnante sia una persona umana? Ed è davvero fondamentale che lo sia?), non c'è dubbio che i Metaversi possano avere un'enorme potenzialità nel settore della formazione. Nell'apprendimento l'esperienza ha un ruolo chiave, ma spesso le informazioni vengono veicolate verso i discenti solo in modo discorsivo. Posta l'assoluta centralità, ancora oggi, dell'esperienza legata a un testo scritto dotato di una sua materialità[9], conosciamo l'importanza dell'immagine (che si tratti di fotografie, schemi logici, grafici o altro) nel rafforzare la focalizzazione dei concetti che si vogliono trasmettere. È sempre più usata nei testi e anche nelle lezioni frontali: un tempo attraverso i cosiddetti "lucidi" e le lavagne luminose, poi con presentazioni, fotografie, video, LIM e monitor interattivi. Nei Metaversi sono possibili esperienze che vanno oltre la visualizzazione di immagini, perché essi possono offrire esperienze anche sensoriali, sia con il contesto generato virtualmente[10], sia con gli altri avatar. Proviamo a seguire un esperi-

[7] Da almeno due lustri sono ricorrenti le notizie di chatbot in grado di superare più o meno brillantemente il test di Turing, nel quale la macchina – o il software – dimostra di comportarsi in modo non distinguibile da un essere umano. A titolo di esempio si possono ricordare, tra i moltissimi, un articolo del 2014 dell'autorevole sito web Scienzainrete (tinyurl.com/wf5ah7t9) e una comunicazione del 2024 sul sito web della School of Humanities and Sciences dell'università di Stanford (tinyurl.com/sune6jcv), che informa dell'articolo di Mei, Xie, Yuan, Jackson (2024).

[8] Ad esempio, nel film *Her* (2013), vincitore del premio Oscar 2014 per la miglior sceneggiatura originale, il personaggio interpretato dall'attore Joaquin Phoenix si innamora di "Samantha", un'intelligenza artificiale.

[9] Si pensi all'importanza, sul testo cartaceo, degli appunti aggiunti a mano, delle note a margine, delle evidenziazioni e sottolineature, dei segnalibri e di altre modalità di personalizzazione del testo.

[10] Non si tratta, evidentemente, di una situazione del tutto nuova. Si pensi ad esempio ai simulatori di volo, in uso da decenni per l'addestramento dei piloti allo scopo di risparmiare enormi risorse per la loro preparazione e di azzerare potenziali gravissimi rischi connessi ai possibili errori dei piloti in formazione.

mento mentale: un bambino che fosse nato e vivesse in un contesto di assenza o di bassa gravità – come una base spaziale – potrebbe sperimentarla in un Metaverso, imparando ciò che un bimbo sulla Terra "scopre vivendo" (per citare un celebre brano di Lucio Battisti e Mogol[11]). Questo potrebbe avvenire a due condizioni principali: che i dispositivi che utilizza per l'interazione riescano a restituire esperienze paragonabili a quelle reali, e che i modelli fisici adottati in quel Metaverso – mediante gli algoritmi che simulano la realtà – siano corretti e in grado di simulare la realtà in ogni possibile condizione. Similmente, un apprendente che si cimentasse nell'apprendimento della Geografia in un Metaverso a ciò specializzato potrebbe presumibilmente non solo vedere una carta geografica, ma interagire con essa[12], percepirne i rilievi, modificarne la scala e sperimentare vari punti di vista, un po' come avviene dai nostri schermi curiosando con Google Earth, ma essendone immerso. Anche in questo caso la qualità dell'interazione dipenderà dalla qualità progettuale, sia dei dispositivi di interazione sia dei modelli con i quali si interagisce. Certo, valutare la qualità di questi modelli sarebbe davvero difficoltoso. Se di fronte alla stampa di una carta geografica, ad esempio, geografe/i esperti presto o tardi percepirebbero eventuali errori riguardanti i toponimi, la forma delle coste, la tipologia di proiezione o altre caratteristiche, altrettanto non potrebbe dirsi nel caso di un programma di simulazione di uno spazio geografico che, per sua stessa caratteristica, conterrebbe un numero enorme di configurazioni possibili. Anche alla luce di queste considerazioni, il ruolo di chi fa geografia dovrebbe estendersi pure all'ideazione e alla progettazione dei Metaversi. Infatti, se si intende come funzione del pensiero geografico non solo la mera descrizione delle configurazioni del territorio ma anche un ruolo attivo e positivo, grazie allo studio della complessità delle interconnessioni tra scale e degli effetti sulla società e sugli equilibri ambientali, questo pensiero sarebbe essenziale per la generazione dei contesti esperienziali costituiti dai Metaversi.

[11] «Chissà, chissà chi sei/Chissà che sarai/Chissà che sarà di noi/Lo scopriremo solo vivendo» (*Con il nastro rosa*, 1980, brano dell'album *Una giornata uggiosa*). Ma, sempre seguendo l'esperimento mentale: se anche questa esperienza virtuale apparisse più divertente di quella reale, per un bambino che si trova sulla Terra sarebbe più proficuo imparare la gravità nella realtà o nel Metaverso? Optando per quest'ultimo caso, a ben vedere si potrebbe forse parlare di "realtà diminuita", anziché "aumentata". Come corollario di questo ragionamento parrebbe sensato pensare che sia opportuno mantenere nel campo del reale tutte le esperienze che questo può offrire, considerando l'opportunità dei Metaversi negli altri casi.

[12] Un esempio concettualmente non troppo distante può essere la Virtual sandbox, illustrata da Alberto Di Gioia e Cristiano Giorda, con il coordinamento di Giacomo Pettenati, nell'incontro di anteprima delle officine didattiche dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia dal titolo *Geotecnologie per una didattica della Geografia: Virtual Sandbox e Augmentation Reality(AR)*. Il video dell'incontro e della presentazione è reperibile a questo link: www.youtube.com/watch?v=SvAX7UYjWWA.

Un altro elemento importante da considerare ai fini della formazione è che in un Metaverso gli avatar consentono di superare – anche a livello relazionale – le eventuali limitazioni fisiche della persona (si pensi alle condizioni di disabilità e a studentesse e studenti con bisogni educativi speciali), permettendo interazioni altrimenti impossibili o molto difficoltose. L'altro lato della medaglia è il rischio di un potenziale progressivo distacco dalla realtà per "rifugiarsi" in un Metaverso, che potrebbe divenire una sorta di "*confort zone*", con il ricorso a questa modalità anche quando l'interazione "tradizionale" sarebbe in realtà possibile. Ipotizzando la stesura di una sorta di norme di ragionevolezza per i Metaversi, sulla scia delle "Leggi della robotica" di Asimov (1942), ormai considerate parte del percorso verso una roboetica, si potrebbe pensare che "non sostituire con una esperienza in un Metaverso una esperienza che si può ragionevolmente realizzare nella realtà fisica" potrebbe essere una buona candidata.

Appare importante anche riflettere su di un ulteriore tema connesso alla formazione. La realtà storica ci dimostra che qualsiasi tecnologia innovativa, pur avente la potenzialità di incrementare la collaborazione e la condivisione nell'ambito della società, è stata presto "preda" della speculazione economica che, per sua natura, sembra muoversi in senso opposto. Un esempio, in questo caso, sono le tecnologie "di piattaforma", inizialmente identificate come generatrici di una *sharing economy*, che promettevano di permettere la condivisione di oggetti o spazi al fine di produrre meno rifiuti e ridurre l'inquinamento, generando anche maggiore socialità. Tali tecnologie, invece, sono state rapidamente utilizzate per la cosiddetta GIG Economy (economia dei lavoretti), nella quale diversi operatori, che pure non realizzano direttamente né il prodotto né il servizio e spesso neppure forniscono i fattori della produzione, aspirano a raggiungere una massa critica di utenti tale da tendere al monopolio del "*Serviceverse*" costruito dagli stessi operatori, con ovvie ricadute sui profitti generati (Tabusi, 2019). Tra gli esempi si possono ricordare alcune compagnie o servizi come Amazon, Uber, Airbnb o i servizi di trasporto e consegna a domicilio, ad esempio del cibo. Sganciare concettualmente la formazione dallo spazio fisico, sostenendo al contempo che ciò consentirebbe persino un risultato migliore, consentirebbe ad operatori a scopo di lucro attivi in questo campo (Scacchi, 2024) di "conquistarlo" con un approccio commerciale, evitando i costi derivanti dall'acquisizione e gestione degli spazi fisici e contraendo quelli del personale, sia docente che non docente. Ad avviso di chi scrive si tratterebbe di un errore esiziale, in grado di incidere profondamente sulla società e sulla socialità delle persone: una componente fondamentale della formazione passa dalle relazioni umane negli spazi (e con gli spazi), dalla loro imprevedibilità e varietà. Quale ruolo ha l'imprevisto, così gravido di conseguenze sull'apprendimento e sulle espe-

rienze, in un Metaverso necessariamente costruito sulla programmazione? Non si impara solo dalle lezioni frontali ma da tutto il complesso esperienziale che le contorna e le rende possibili. Il rischio di immaginare un'istruzione affidata prevalentemente non a una comunità e a un contesto sociale, ma al rapporto della singola persona con uno schermo o, peggio, con un visore oculare non è secondario; più che di un percorso di educazione (dal latino educere, «trarre fuori, allevare») si tratterebbe di un addestramento (nel senso che si usa per programmare un comportamento tutt'altro che critico; accezione frequentemente usata sia per gli animali che per le *routine software*), con tutte le ricadute non positive che ciò comporterebbe a livello sociale. Anche il complesso delle attività di valutazione rese possibili dalle innovazioni informatiche rischia di andare in quest'ultima direzione. La tentazione di misurare ogni comportamento e ogni scelta attribuendo una valutazione automatica, che può apparire oggettiva perché parametrata a uno schema preordinato di riferimento, prescinderebbe dalla capacità, dalla pazienza e dall'esperienza del/la docente nel delicato impegno a comprendere la persona discente nella sua complessità, e sarebbe da annoverare più nell'alveo dell'addestramento che in quello dell'educazione. Per tacere della tendenza indotta – in tempi recenti non ignota neppure alla ricerca scientifica – ad agire non secondo ciò che si ritiene giusto, ma nel tentativo di allinearsi al prevedibile giudizio dell'algoritmo.

Queste riflessioni non vogliono essere luddiste o di rifiuto dell'utilizzo delle nuove tecnologie per la formazione. Al contrario, il percorso per evitare il rischio appena ricordato sembra passare per l'uso consapevole dei nuovi strumenti in modo integrato con l'apprendimento che si svolge socialmente negli spazi fisici, ai quali occorre attribuire una sempre maggiore importanza come luogo di incontro e di confronto. Spazi in cui socializzare e condividere le esperienze compiute tanto nel cyberspazio quanto nello spazio euclideo. I Metaversi offrono enormi potenzialità anche per lo sviluppo del potenziale creativo delle persone, ed è fondamentale, come si è detto, la loro dimensione progettuale: le finalità per le quali vengono realizzati possono teoricamente muoversi in un *range* amplissimo, che va dall'interesse collettivo (verso una società capace di pensiero critico e partecipazione) a quello assai parziale (il vantaggio economico per chi crea e possiede questi sistemi). Considerando anche l'impegno di risorse economiche e intellettuali che la generazione di Metaversi richiede, sarebbe necessario considerare come un obiettivo della società nel suo insieme la progettazione, la creazione e la gestione di tali sistemi, così come, tradizionalmente, si fa con gli edifici e le infrastrutture pubbliche (scuole, università e strade, ad esempio).

4. Considerazioni conclusive

La fase storica in cui viviamo è caratterizzata da continue innovazioni tecnologiche, che riguardano in particolare il settore dell'informazione e della comunicazione. È in atto una notevole evoluzione anche della società, con le persone che, sempre più, si considerano sia come individui sia come parte di sfere di interconnessione digitale, "bolle" nelle quali si è immersi per il tramite dei social media o dei servizi di comunicazione. Tale evoluzione va nella direzione di connessioni ibride, che, come nel caso dei Metaversi, sono in grado di restituire sia *feedback* visivi, e più generalmente sensoriali – per il tramite di dispositivi –, sia interlocuzioni e scambi di vario genere nell'ambito del cyberspazio. La rapidità di questa evoluzione è impressionante e genera un divario digitale non solo spaziale[13], ma anche generazionale e sociale. L'idea che si ha dei Metaversi, in questo contesto, può essere fortemente differenziata in base alle proprie esperienze personali, all'età, alla propria curiosità e alla "bolla" di cui si fa parte. Un curioso aneddoto raccontato dal *New York Times*[14] può aiutarci a comprenderlo: nel giugno del 2016 le forze armate canadesi avevano iniziato a manifestare forti preoccupazioni per la sicurezza delle basi militari, poiché notavano sempre più persone intente a riprendere questi spazi mediante le videocamere dei loro *smartphones*. Il motivo di queste azioni divenne presto noto, restando al contempo – ecco il divario digitale culturale – ugualmente piuttosto enigmatico. In modo decisamente sconsolato lo scriveva, in un messaggio e-mail a valle di un primo approfondimento, il maggiore Jeff Monaghan, ufficiale di stanza a Kingston, Ontario:

"Plse advise the Commissionaires that apparently Fort Frontenac is both a Pokégym and a Pokéstop. I will be completely honest in that I have not idea what that is".

In sostanza quelle persone non erano realmente interessate alle basi militari, ma, piuttosto, a "dare la caccia" ai Pokémon, creature virtuali visibili solo attraverso gli schermi degli smartphones aperti, come piccole finestre, sul Metaverso generato dall'applicazione Pokémon Go. Più che dei servizi

[13] Il divario digitale spaziale è rappresentato dalle diverse potenzialità dei territori nell'accesso al cyberspazio: più ancora che in un divario tra paesi poveri e ricchi, che pure esiste, si riscontra un divario tra aree meglio o peggio connesse che può riguardare anche diverse zone di una stessa città. Non è solo un divario infrastrutturale ma anche tecnologico ed economico: in alcune aree l'accesso – ancora lungi dall'essere considerato un diritto correlato all'abitabilità al pari dei servizi come quelli dell'energia elettrica, dell'acqua o delle fognature – potrebbe essere possibile con diverse tecnologie e con diversi costi.

[14] L'articolo *Pika-Who? How Pokémon Go Confused the Canadian Military*, di Mariel Padilla, è stato pubblicato il 1° gennaio 2020 ed è consultabile a questo link: https://tinyurl.com/4rex5zxx.

di sicurezza, per comprendere meglio la situazione in questo caso i militari canadesi avrebbero avuto bisogno di un mediatore digitale, che avrebbe perfino potuto essere un dodicenne. Come osservava infatti David Levenick, un esperto di sicurezza della base militare di Borden, ancora in Ontario, che evidentemente aveva provato a guardare lo spazio attorno a sé attraverso lo sguardo del Metaverso Pokémon:

"The game's premise seems to be going to the 'PokeStops/Gyms' to collect 'Pokemon's' (we should almost hire a 12-year-old to help us out with this) of which we were able to find 5 of these things on the range road itself"[15].

La curiosa vicenda ci dice come, in questa fase storica, si accavallino non soltanto più Metaversi, ma concettualizzazioni multiple dello spazio geografico. La successiva epidemia di Covid-19 ha accelerato ulteriormente i processi in corso, rendendo più generalizzate alcune modalità di interazione con ciò che ci circonda mediate dai dispositivi (un esempio è la diffusione dei QR-codes, divenuti di uso comune non solo per le certificazioni connesse alla pandemia ma anche per i *menu* di bar e ristoranti e in molti altri contesti).

A conclusione di queste riflessioni non sembra esservi dubbio sul fatto che i Metaversi offrano nuove potenzialità in ogni settore, compreso quello della formazione, e che queste potenzialità potrebbero essere orientate a vantaggio della conoscenza, della consapevolezza e di una società coesa e collaborativa. Al tempo stesso, però, appare ugualmente evidente che questo strumento non abbia *di per se* una connotazione necessariamente positiva, potendo presentare rischi notevoli sotto diversi profili:

"The metaverse dark side perspectives covered include: technological and consumer vulnerability, privacy, and diminished reality, human-computer interface, identity theft, invasive advertising, misinformation, propaganda, phishing, financial crimes, terrorist activities, abuse, pornography, social inclusion, mental health, sexual harassment and metaverse-triggered unintended consequences" (Dwivedi, Y.K., Kshetri, N., Hughes, L. *et al.*, 2023, p. 2071).

Questa considerazione non deve condurre ad un rifiuto dello strumento

[15] Questo messaggio è riportato nell'articolo *How Canada's military reacted to seeing Pokemon Go players trespassing on its bases*, di Brett Ruskin, pubblicato il 31/12/2019 nel sito della Canadian Broadcasting Corporation e raggiungibile a questo link: https://tinyurl.com/2au5b9sd. Di fatto, dunque, le persone venivano fatte convergere verso le basi (e altrove) da chi, nel Metaverso Pokemon, aveva posizionato Pokégym e Pokéstop proprio in quelle aree. Volendo far propria la preoccupazione securitaria dei militari canadesi, il passo successivo sarebbe stato quello di capire chi aveva questo potere, e a chi sarebbero arrivate le immagini che necessariamente, oltre a provare la cattura del Pokemon, immortalavano la base. Sotto questo profilo, il possibile spionaggio inconsapevole per il tramite del Metaverso di Pokemon Go non appare così irrealistico.

ma, al contrario, deve stimolare la ricerca sul tema e la partecipazione di studiose e studiosi di varie discipline (certamente di quelle geografiche) alle fasi di progettazione e di definizione degli obiettivi, contribuendo così a realizzare multiversi funzionali a ciò che si vuole ottenere, anziché limitarsi all'utilizzo acritico di spazi virtuali preconfezionati spesso con meri obiettivi commerciali.

Riferimenti bibliografici

Asimov, I. (1942). Runaround. *Astounding Science-Fiction*, 94-103.

Buchholz, F., Oppermann, L., & Prinz, W. (2022). There's more than one metaverse. *i-com, 21*(3), 313-324. https://doi.org/10.1515/icom-2022-0034

Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., et al. (2023). Exploring the Darkverse: A multi-perspective analysis of the negative societal impacts of the metaverse. *Information Systems Frontiers, 25*, 2071-2114. https://doi.org/10.1007/s10796-023-10400-x

Mei, Q., Xie, Y., Yuan, W., & Jackson, M. O. (2024). A Turing test of whether AI chatbots are behaviorally similar to humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1-8. https://doi.org/10.1073/pnas.2313925121

Scacchi, L. (2024). L'industria degli esamifici online. *Jacobin*, 80-83.

Stephenson, N. (1992). *Snow crash*. Bantam Books.

Tabusi, M. (2008). Attori, territorialità e «limiti» del cyberspazio. In L. Carbone & F. Salvatori (Eds.), *La geografia al tempo di Internet* (pp. 49-93). Società Geografica Italiana.

Tabusi, M. (2019). Gig-economy e informazione spaziale: Plusvalore geografico e lavoro nei nuovi servizi tecnologici. *Geotema*, 78-90.

Turco, A. (2010). *Configurazioni della territorialità*. FrancoAngeli.

Metaverso: la nuova frontiera del Terzo spazio

di Luisa Carbone* e Federico Cuomo**

1. La rivoluzione dell'ecosistema digitale in espansione

Il termine Metaverso evoca un immaginario futuristico in cui il mondo fisico e quello virtuale si fondono, dando vita a spazi digitali condivisi e interattivi. Coniato per la prima volta da Neal Stephenson nel romanzo *Snow Crash* (1992), il concetto si è evoluto nel tempo, trasformandosi da una visione utopica della cybercultura a una concreta frontiera tecnologica. Oggi rappresenta un ecosistema in continua espansione, in cui convergono tecnologie avanzate come la realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR), la blockchain e l'intelligenza artificiale (IA). Secondo Matthew Ball, autore di *The Metaverse and How It Will Revolutionize Everything* il Metaverso può essere definito come *"una rete persistente e interoperabile di mondi virtuali 3D, esperienze immersive e piattaforme che si sovrappongono e interagiscono con la realtà fisica"* (2022). Questo ecosistema è caratterizzato da quattro elementi fondamentali: immersione, persistenza, interoperabilità e creatività, che ne fanno uno spazio dove gli utenti possono lavorare, giocare, socializzare e persino fare affari.

Sebbene il concetto di mondi virtuali non sia nuovo, il Metaverso trae ispirazione da diverse fonti, tra cui la cultura pop, la letteratura e l'evoluzione tecnologica. Stephenson, con la sua visione di un mondo virtuale parallelo al nostro, ha anticipato temi che oggi sono al centro del dibattito accademico e tecnologico. Tuttavia, è con la crescita delle piattaforme come *Second Life* (Carbone, 2009) e, più recentemente, *Roblox*, *Fortnite* e *Horizon Worlds*, che

* Dipartimento di Studi Giuridici, Sociali e Pedagogici (DIKE), Università degli Studi della Tuscia, luisa.carbone@unitus.it

** Dipartimento di Scienze Umanistiche e Sociali, Università degli Studi di Sassari, fcuomo@uniss.it

Pur nell'unità del testo, sono da ascrivere a Federico Cuomo il secondo paragrafo e a Luisa Carbone il terzo paragrafo. Il primo paragrafo è stato elaborato in comune.

il Metaverso ha iniziato a concretizzarsi, passando dall'immaginario letterario alla realizzazione pratica. Secondo Henry Jenkins, studioso di media e cultura digitale, il Metaverso rappresenta un'estensione del concetto di "cultura partecipativa", dove gli utenti non sono più solo spettatori passivi, ma veri e propri creatori di contenuti. Per cui "*il Metaverso enfatizza il potere della comunità digitale, favorendo l'espressione creativa e la costruzione di nuove identità*" (Jenkins, 2006). Si tratta, dunque, di un universo virtuale tridimensionale interattivo che esiste oltre il mondo fisico. Oggi, grazie ai progressi nelle tecnologie digitali e immersive, come la realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR), il Metaverso è diventato tangibile, trasformandosi da semplice finzione letteraria a una delle principali frontiere tecnologiche del nostro tempo. Grandi aziende come Meta (ex Facebook), Microsoft e numerose *start-up* stanno investendo miliardi di dollari per costruire questo ambiente virtuale persistente, in cui gli utenti possono interagire tra loro. Si tratta certamente di un crocevia tecnologico perché rappresenta il punto di convergenza di molteplici innovazioni avanzate, che collaborano per creare un ecosistema digitale immersivo, interattivo e persistente. Questa intersezione rende il Metaverso una delle evoluzioni più complesse e promettenti nel panorama digitale contemporaneo. Di fatto, la VR e l'AR costituiscono la sua base esperienziale: la prima crea ambienti completamente digitali in cui gli utenti possono immergersi tramite visori e dispositivi tattili; la seconda, invece, sovrappone elementi virtuali al mondo fisico, arricchendolo con informazioni e interazioni digitali. Questi strumenti sono essenziali per costruire spazi che simulano la presenza fisica, rendendo l'interazione più autentica e coinvolgente. In questa direzione, la *blockchain* fornisce il supporto tecnologico per la creazione di un'economia virtuale sicura e decentralizzata nel Metaverso, per cui gli NFT (Non-Fungible Token) permettono di certificare la proprietà di oggetti digitali unici, come opere d'arte, terreni virtuali e avatar personalizzati e la criptovaluta consente transazioni finanziarie fluide tra utenti. Questo sistema non solo garantisce la tracciabilità e la trasparenza, ma apre anche nuove possibilità economiche, come il *play-to-earn*, ovvero di guadagnare attraverso attività ludiche. Possibilità che legate all'intelligenza artificiale (IA) rende gli ambienti del Metaverso più realistici e adattivi, poiché algoritmi avanzati creano NPC (Non-Player Characters) in grado di interagire in modo intelligente con gli utenti e i sistemi di IA analizzano i comportamenti degli utenti per offrire esperienze personalizzate. Inoltre, l'IA viene utilizzata per generare contenuti in modo procedurale, riducendo i costi di sviluppo e aumentando la varietà di mondi virtuali.

L'altro aspetto da non sottovalutare è che l'Internet delle Cose (IoT) collega il mondo fisico al Metaverso, permettendo a dispositivi reali di interagire con ambienti virtuali sensori e dispositivi intelligenti, che possono

trasmettere dati dal mondo reale al Metaverso, come condizioni ambientali o movimenti. Gli utenti possono controllare oggetti fisici tramite appositi comandi e accendere luci e/o regolare la temperatura di una stanza. In questo contesto, la latenza minima e la larghezza di banda elevata offerte dal 5G sono indispensabili per il funzionamento, poiché le esperienze immersive e interattive richiedono connessioni veloci e stabili. L'evoluzione di hardware – dei dispositivi come Visori VR (es. Oculus, HTC Vive) o dei controller aptici, che simulano il senso del tatto o dispositivi indossabili per monitorare i movimenti del corpo e integrarli nel mondo virtuale – è essenziale per migliorare la qualità e l'accessibilità del Metaverso, non a caso Mark Zuckerberg, durante la presentazione del progetto Meta (2021), ha descritto il Metaverso come "*il successore dell'internet mobile*", un luogo in cui si potrà vivere esperienze digitali senza soluzione di continuità. Questa visione implica una trasformazione profonda non solo del modo in cui le persone interagiscono con la tecnologia, ma anche del modo in cui percepiscono la realtà stessa. Le potenzialità vanno ben oltre il semplice intrattenimento: "*il Metaverso cambierà radicalmente il modo in cui comunichiamo, facciamo affari e persino costruiamo comunità*" (Hackl, 2021). Da questo punto di vista, molte aziende stanno già sperimentando spazi di lavoro virtuali per migliorare la collaborazione a distanza, mentre le università utilizzano ambienti immersivi per la didattica e la formazione.

A livello economico, il Metaverso si preannuncia come una nuova frontiera per *l'e-commerce* e il *marketing*, le grandi multinazionali stanno investendo miliardi di dollari per creare esperienze personalizzate e coinvolgenti, dalla moda digitale ai concerti virtuali. Tuttavia, questa trasformazione solleva anche importanti interrogativi etici e sociali, come la regolamentazione della proprietà virtuale, la protezione della *privacy* e l'inclusività. Nonostante il suo potenziale, il Metaverso è oggetto di critiche e scetticismo. Alcuni studiosi da tempo sottolineano due fattori importanti a riguardo: da una parte sostengono che senza un adeguato controllo, il Metaverso potrebbe ampliare le disuguaglianze esistenti, favorendo i giganti tecnologici a scapito degli utenti, dall'altra, che il consumo energetico associato alle tecnologie immersive e alla *blockchain* solleva preoccupazioni ambientali, mentre la mancanza di regolamentazioni unificate potrebbe portare a problematiche legate alla sicurezza e alla gestione dei dati.

Nonostante tutto, il Metaverso rappresenta una delle evoluzioni più significative della rivoluzione digitale, con implicazioni che si estendono in ambiti diversi, dalla cultura all'economia, dall'educazione all'etica, d'altronde secondo alcuni "*il futuro dell'umanità sarà deciso non solo nei laboratori, ma anche nelle stanze virtuali dove si plasma la nuova era digitale*" (Harari, 2015). Il cammino verso la piena realizzazione di questa visione è ancora

lungo e costellato di prove, non solo tecniche, ma le potenzialità potrebbero ridefinire radicalmente il nostro modo di vivere e interagire con il mondo.

2. Metaverso: le coordinate della frontiera del capitalismo

È indubbio che l'emergere del Metaverso ponga interrogativi profondi sullo spazio geografico, inteso sia come dimensione fisica sia come costruzione sociale e culturale. Questo ecosistema digitale, che si basa su ambienti virtuali tridimensionali persistenti e interattivi, modifica il concetto tradizionale di spazio, sfidando le distinzioni tra luogo fisico e luogo virtuale. Come già detto, grazie all'integrazione di tecnologie avanzate – la realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR) e la *blockchain* – il Metaverso si intreccia con lo spazio geografico, ridefinendone significati e funzioni. In questo modo nell'ecosistema digitale, lo spazio geografico non è più vincolato alle coordinate fisiche e le piattaforme virtuali creano luoghi digitali, che simulano ambienti reali o immaginari, permettendo agli utenti di abitare uno spazio senza muoversi fisicamente. Peraltro, il senso del luogo è legato alle esperienze personali e collettive che si vivono in esso, ma nel Metaverso queste esperienze sono trasposte in ambienti digitali, creando luoghi che, seppur privi di un supporto fisico, possono acquisire significati profondi per gli utenti. La sua capacità di ricreare luoghi significativi amplia la nostra comprensione del concetto di spazio come fenomeno esperienziale e non solo fisico (Relph, *1976*). Il Metaverso introduce il concetto di 'paesaggi virtuali', che riflettono, reinterpretano e stravolgono quelli reali, diventando copie fedeli di luoghi esistenti, come città o monumenti, oppure creazioni originali che rispondono a logiche estetiche e funzionali diverse da quelle del mondo fisico. Ad esempio, piattaforme come *Decentraland* o *Horizon Worlds* offrono spazi virtuali personalizzabili dove gli utenti possono costruire città, parchi o intere regioni, contribuendo a una nuova estetica del paesaggio: "il paesaggio virtuale diventa un prodotto culturale che riflette le aspirazioni e i valori della comunità che lo crea" (*Zook e Graham, 2007*).

In questo contesto il Virtual Reality GIS, offre notevoli potenzialità di modellare edifici e aree urbane in tempo reale, permettendo di superare la semplicità del disegno vettoriale e di arrivare alla comprensione dell'oggetto, delle sue funzioni, di eventuali rapporti spaziali, consentendo la visione immersiva nella complessità del territorio. Il moltiplicarsi dei modi in cui una rappresentazione o modellizzazione può essere concepita e impiegata, cambiando sotto i nostri occhi, ridefinendo le linee dei suoi percorsi a seguito dell'osservazione del nostro comportamento, non fa altro che rilevare la rivoluzione in atto tanto da dover parlare non più di modelli reali, ma di

Augmented Reality. Con la realtà aumentata il modello si riconfigura sulla base delle nostre reazioni, l'informazione presente nello spazio si arricchisce di una informazione multimediale, in grado di raggiungere qualunque tipo di dettaglio, stile ed argomentazione, attraverso un processo dinamico e in continua adattabilità. Gli oggetti reali caratterizzati da diversi ritmi comunicativi si sovrappongono e si mescolano le immagini virtuali. Una rappresentazione del reale generata dall'espressione dei nostri desideri, in grado di elaborare una specifica concezione della città, disegnando spazi definiti dalle proprie logiche interne, senza dover rispettare i confini del classico spazio urbano.

Vista in questa prospettiva, la modellizzazione del territorio urbano del Metaverso non è la spiegazione di un ordine, ma piuttosto di un gioco per legittimare il modo con cui il territorio è stato organizzato. E, ovviamente, il geografo si sente impegnato a scoprire il gioco attraverso un procedimento di decostruzione. Il ruolo e la posizione del geografo, il suo uso degli strumenti e il contesto a cui egli si rivolge diventano, pertanto, fattori chiave nella comprensione del potere descrittivo, ma anche costitutivo, del discorso geografico che viene indagato, nelle sue componenti, scoprendo le contraddizioni e mettendo in luce un sistema di corrispondenze tra il mondo digitale e il mondo reale che si potrebbe associare alla forma geometrica del prisma per la sua poliedricità. La geografia, in questo senso, è chiamata ad assumere un ruolo di grande responsabilità, perché le è riconosciuto il compito di individuare i nuovi processi responsabili del rinnovo di questo impianto spaziale causato dalle innovazioni tecnologiche.

Quest'ultimo è un modello che non può essere considerato un prodotto compiuto e definitivo, perché rappresentativo di un tessuto connettivo che salda le realtà concrete con le loro immagini e con gli immaginari degli abitanti/avatar. L'immaginazione, d'altronde, è "la sola dimensione in grado di polarizzare il multiforme nell'unico, di scoprire l'estetico nell'inestetico, di raggruppare la dispersione in una inaspettata, inedita e necessaria centralità" (Salerno e Villa, 2008, p. 13) così da poter attribuire un nuovo senso agli spazi apparentemente destrutturati che segnano in modo nuovo la nostra realtà. Inoltre nel Metaverso, la mobilità fisica lascia spazio a una mobilità virtuale, per cui gli utenti possono 'spostarsi' o meglio 'teletrasportarsi' tra luoghi digitali senza limiti geografici o temporali, utilizzando avatar e interfacce. Questo ha implicazioni significative per le reti che ridisegnano il concetto di prossimità, trasformando le relazioni spaziali in relazioni digitali (Massey, 2005). Relazioni che si espandono in una dimensione digitale, creando nuove reti spaziali, che connettono individui e comunità attraverso piattaforme virtuali, ma che allo stesso tempo sono collegate con le reti e le infrastrutture del mondo reale.

Nonostante queste opportunità, una dimensione in cui le logiche del

mercato trovano spazi inesplorati per espandersi e generare valore, potrebbero ridefinire le dinamiche territoriali dell'economia, spostando "*il valore dallo spazio fisico a quello digitale*" (Florida, 2002), e creando spazi economici virtuali che sfidano i confini geografici tradizionali, dove le economie moderne si basano sempre più sulla creatività e sulla connettività. Di fatto, nel Metaverso, qualsiasi elemento digitale può essere trasformato in merce: oggetti virtuali, terreni digitali, avatar personalizzati e persino esperienze interattive diventano beni acquistabili, scambiabili e vendibili. Questo fenomeno estende il concetto di mercificazione oltre i confini del mondo fisico, creando un mercato in cui i beni digitali possono raggiungere valori enormi, come dimostrano le vendite multimilionarie di arte NFT o di terreni virtuali su piattaforme già citate come Decentraland o The Sandbox. Tuttavia, questa dinamica rischia di concentrare la ricchezza nelle mani di pochi attori dominanti, replicando e amplificando le disuguaglianze economiche già presenti nel mondo reale. D'altronde, in questa realtà il vero motore economico è rappresentato dai dati, ogni interazione, transazione e movimento degli utenti genera informazioni preziose che possono essere analizzate e monetizzate. Questo la rende un'estensione del cosiddetto "capitalismo della sorveglianza", per cui nel Metaverso, non solo il comportamento degli "utenti è mercificato, ma anche le loro identità digitali diventano risorse economiche" (Zuboff, 2019). Questa dinamica solleva preoccupazioni etiche e legali, poiché il controllo dei dati è spesso concentrato nelle mani di poche grandi piattaforme, come Meta (ex Facebook), che possono sfruttare queste informazioni per consolidare il proprio potere di mercato.

La natura del Metaverso favorisce la creazione di ecosistemi chiusi e controllati da grandi aziende tecnologiche e le piattaforme, come *Meta*, *Microsoft* e *Tencent*, tendono a sviluppare ambienti non interoperabili, in cui gli utenti sono vincolati a utilizzare servizi, beni e valute specifiche di un determinato ecosistema. Questo scenario rischia di creare monopoli digitali che limitano la concorrenza e soffocano l'innovazione. Inoltre, i costi di ingresso per gli sviluppatori indipendenti o per le piccole imprese potrebbero diventare insostenibili, rafforzando ulteriormente il dominio dei grandi attori. L'espansione del capitalismo nel Metaverso rischia di accentuare le disuguaglianze di accesso, mentre le *élite* digitali beneficiano delle opportunità economiche offerte da questo ecosistema, una parte significativa della popolazione mondiale potrebbe rimanere esclusa per ragioni economiche, tecnologiche o culturali.

La mancanza di accessibilità a dispositivi avanzati, connessioni ad alta velocità e competenze digitali crea una nuova forma di "divario digitale", che non riguarda solo la rete, ma anche la possibilità di partecipare all'economia del Metaverso, anche se per il momento le nuove figure lavorative

impiegate nel *design* di oggetti virtuali, nella moderazione di contenuti oppure nella gestione di comunità digitali, sono spesso coinvolte in condizioni di lavoro precario, con salari bassi e mancanza di tutele. Un esempio, che ha sollevato critiche per il suo potenziale sfruttamento, è il fenomeno del *play-to-earn* in cui gli utenti guadagnano criptovalute giocando a videogiochi nel Metaverso, utenti che provengono da Paesi a basso reddito e che operano in condizioni simili a quelle dei *click workers* descritti in *En attendant les robots*, costretti in una fabbrica digitale globale, dove il lavoro umano è invisibile e sottovalutato (Casilli, 2019).

Certamente il predominio delle grandi aziende tecnologiche occidentali nel Metaverso potrebbe portare a una colonizzazione culturale, in cui le estetiche, i valori e le pratiche di consumo del Nord del mondo prevalgono su quelle delle altre culture. Questo fenomeno rischia di ridurre la diversità culturale e di creare una forma di omogeneizzazione digitale che replica le dinamiche del colonialismo descritte da Edward Said in *Orientalism* (1978). Nel contesto, ciò si traduce nella standardizzazione di spazi virtuali, esperienze e narrazioni, a discapito delle identità locali e delle tradizioni culturali, ma anche dell'ambiente. D'altronde le tecnologie che sostengono questo ecosistema, come i server per il *cloud computing*, le criptovalute e la *blockchain*, richiedono enormi quantità di energia. Secondo i dati riportati da Alex de Vries nel suo studio sul consumo energetico del *Bitcoin* (2018), il consumo delle reti *blockchain* è paragonabile a quello di interi paesi, con conseguenze dirette sul cambiamento climatico. Questo solleva interrogativi sull'etica di un sistema economico che privilegia la crescita digitale a scapito della sostenibilità ambientale, per questo motivo "*l'espansione del Metaverso deve essere accompagnata da politiche che ne riducano l'impronta ecologica*" (de Vries, 2018).

Tuttavia, nonostante i rischi, vi sono opportunità per un capitalismo del Metaverso più inclusivo e sostenibile, a patto che siano adottate regole chiare e meccanismi di governance globale. È essenziale creare normative che garantiscano la trasparenza dei dati, la concorrenza e la tutela dei lavoratori digitali. Politiche volte a ridurre il divario digitale possono assicurare l'accesso a un pubblico più ampio e l'adozione di tecnologie più efficienti dal punto di vista energetico, come le *blockchain proof-of-stake*, può ridurre l'impatto ecologico. Per cui il futuro del Metaverso, come frontiera del capitalismo, dipenderà dalla capacità di bilanciare crescita economica, equità sociale e sostenibilità ambientale, trasformandolo in uno spazio di opportunità per tutti.

3. Le dimensioni del terzo spazio ibrido

Il Metaverso "*non elimina lo spazio, ma lo ricostruisce in una nuova dimensione*" (Castells, 1996), in una nuova frontiera dove il fisico e il digitale si intersecano, influenzando il modo di vivere, di interagire e di abitare il mondo. È certamente una delle evoluzioni più significative della società digitale, che espande l'idea di Edward Soja descritta in *Thirdspace* (1996), dove lo spazio è una costruzione sociale che esiste sia come realtà concreta sia come immaginazione collettiva. Il concetto è uno spazio dinamico e plasmabile, visto come una nuova forma di ibridazione tra realtà fisica e digitale, in cui i confini tra reale e virtuale diventano fluidi, in netto contrasto con le limitazioni dello spazio fisico: oggi è chiara la proprietà del virtuale di sovvertire le relazioni tra i luoghi, di cambiare l'economia mondiale e la vita delle comunità, modificando e affermando nuovi modelli. Il virtuale non è più solo una "metafora di un sogno" (Carbone, 2024), ma la sua dimensione si percepisce ancora come qualcosa di nuovo ed inesplorato sia per la continua mutevolezza sia per le innumerevoli potenzialità della sua complessa struttura. Se per Soja, lo spazio non è una semplice realtà tangibile, ma un processo sociale in cui le esperienze vissute e le narrazioni simboliche si intrecciano per creare nuovi significati, nel Metaverso siamo di fronte ad una sorta di "terzo spazio ibrido", che apre nuove prospettive, dove il virtuale e il reale si fondono in una forma fluida e immateriale senza vincoli geografici. Questa evoluzione del pensiero spaziale non è solo tecnologica, ma anche culturale e sociale, con implicazioni profonde su concetti come comunità, identità e appartenenza.

Di fatto, nel Metaverso, la dissoluzione del confine tra reale e virtuale permette esperienze ibride, che non sono né completamente fisiche né esclusivamente digitali. Ad esempio, le piattaforme già citate come *Roblox* o *Decentraland* offrono ambienti in cui gli utenti possono partecipare a eventi culturali, come concerti o mostre d'arte, creando uno spazio che è al tempo stesso immaginato – dato da una costruzione digitale – e vissuto – scaturito da una interazione sociale. In questa dimensione gli utenti non sono semplici consumatori di spazi, ma co-creatori, che attraverso strumenti di *design* e programmazione accessibili, possono contribuire alla costruzione di mondi digitali, progettare ambienti o organizzare eventi. Così come avviene in *Minecraft* dove si ricreano intere città, tra l'altro sulla base del modello spaziale di Christaller delle località centrali e si esplorano spazi in modi nuovi. Questa pratica non solo permette un libero accesso alla creazione dello spazio, ma favorisce anche un senso di comunità e appartenenza, arricchito dalla partecipazione collettiva, che trasforma gli spazi virtuali in luoghi di significato condiviso. Non è un caso se nel Metaverso, eventi come giochi di ruolo (*role-*

playing games) o mostre interattive consentono agli utenti di costruire narrazioni collettive e condividere storie che modellano la loro esperienza spaziale, superando le barriere fisiche

Il Metaverso, in quanto terzo spazio ibrido, apre opportunità senza precedenti per l'inclusione e la partecipazione sociale, permettendo la creazione di comunità globali, superando i limiti geografici e culturali. Tuttavia, allo stesso modo presenta anche molte possibilità, poiché la dipendenza da infrastrutture tecnologiche e la governance centralizzata da parte di aziende private sollevano interrogativi sulla libertà di espressione e sull'accesso equo. Inoltre "*al momento per arrivare al Metaverso si deve attraversare geograficamente due regni Intraverso e Interverso e muoversi in una doppia dimensione, che vede da una parte la realtà quotidiana, le divisioni, le distinzioni e le classificazioni che riflettono i modi in cui si differenziano le pratiche economiche e umane e, dall'altra, la compresenza del qui e altrove, della struttura onirica della realtà immateriale del mondo virtuale, che lo costringe ad un continuo passaggio tra realtà e rappresentazione*" (Carbone, 2024).

Se si considera la tecnologia un'opportunità di *empowerment*, non solo uno strumento di sorveglianza (Zuboff, 2019) il Metaverso rappresenta una nuova forma di territorio in cui le norme, le leggi e le pratiche di costruzione dello spazio sono interamente determinate dagli utenti e dalle aziende tecnologiche che gestiscono le piattaforme. Difatti, nonostante l'assenza di barriere fisiche, ne emergono delle nuove legate all'accesso, dato che quest'ultimo può essere limitato da fattori tecnologici (come la velocità di Internet o la disponibilità di dispositivi VR) o da barriere economiche, poiché l'acquisto di terreni virtuali o di attrezzature per l'esplorazione può risultare costoso. Per garantire che il Metaverso realizzi appieno il potenziale del terzo spazio ibrido, è essenziale affrontare il tema di una *governance* etica e inclusiva, ma soprattutto il futuro del Metaverso dipenderà dalla capacità di bilanciare le opportunità con le sfide, per cui politiche inclusive, regolamentazioni trasparenti e investimenti in tecnologie sostenibili saranno essenziali per garantire che il Metaverso diventi uno spazio di innovazione e benessere per tutti. Uno spazio ibrido in corrispondenza con il Terzo Infoscape strutturato sui sensori e sull'emergere dei nuovi paradigmi di interazione nella città, dove tornano ad avere significato e rilievo tre categorie geografiche: l'accesso – chi accede alle tecnologie – la partecipazione – chi genera informazioni – e la rappresentazione – chi viene reso più o meno visibile – di una informazione trasformata in paesaggio urbano ibrido, che non è più solo virtuale, nel suo essere rizomatico, pervasivo e relazionale, non più dominato dalla distanza e dal tempo, ma dalla combinazione, transmedialità e performabilità partecipativa di densità e di presenza di utenti.

Tutto ciò, naturalmente, pone questioni fondamentali sul dover adattare politiche relative allo sviluppo urbano a dati e informazioni di tipologie completamente differenti per l'interazione e l'influenza sul comportamento dei cittadini. Quest'ultimi, produttori e consumatori partecipativi di ecosistemi urbani, potrebbero costituire una ricchezza per saperi, memorie e identità, anche se in parte non riconosciuti e denominati. Veri e propri sensori geografici costantemente travolti dalla dinamicità, dalla mutevolezza degli algoritmi che trasformano le loro azioni in informazione e rendono sempre più forte il legame tra virtuale e reale. La vera sfida delle città è tornare ad essere il dove e il quando formare la cittadinanza alla partecipazione e al consenso, trasformare la confusione dei linguaggi e delle raffigurazioni del Metaverso e produrre nuovi possibili caratteri urbani da governare.

In conclusione, il Metaverso non deve essere considerato solo un'estensione tecnologica, ma anche uno strumento per ridisegnare le relazioni umane e "*un modo di pensare lo spazio che ci consente di comprendere la complessità e la molteplicità dell'esperienza umana*" (Soja, 1996, p. 57). Le implicazioni geografiche, dunque, sono profonde e multidimensionali, poiché l'espansione di questa dimensione digitale vede una esperienza spaziale personalizzata e co-creata dagli utenti stessi, consentendo infinite possibilità di espressione e interazione. Le potenzialità del Metaverso sono di deriva molteplice e rizomatiche (Carbone, 2024), nel non lasciarsi "mai codificare" (Deleuze e Guattari, 1977, p. 95), ma si definisce nella sua capacità di connettere esplicitamente l'intra con l'extra, in infiniti contenuti. Questa possibilità di configurarsi come un continuo trasmigrare dal web alla vita, dall'online all'off-line, rimodella le modalità relazionali (Kellerman, 2006), gli assetti organizzativi e le forme espressive, in poche parole, si aggiunge al nostro mondo fisico, diventandone realtà.

Riferimenti bibliografici

Ball, M. (2022). *Metaverso*. Garzanti.

Carbone, L. (2009). Lo spazio e il tempo della virtualità. In G. Corna Pellegrini & M. Paradiso (Eds.), *Nuove comunicazioni globali e nuove geografie*. CUEM.

Carbone, L. (2024). Il metaverso e le sue implicazioni geografiche. In *Prismi: quaderni del dottorato in scienze documentarie, linguistiche e letterarie, 2,* 81-96.

Casilli, A. (2019). *En attendant les robots*. Éditions du Seuil.

Castells, M. (1996). *The rise of the network society*. Blackwell Publishers.

Deleuze, G., & Guattari, F. (1977). *Rizoma*. Pratiche Editrice.

De Vries, A. (2018). Bitcoin's growing energy problem. *Joule, 2*(5), 801-805. https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.04.011

Hackl, C., & Wahle, J. (2021). *The augmented workforce: How AI, AR, and 5G will impact every dollar you make*. Sage Publications.

Harari, Y. N. (2015). *Homo Deus*. Bompiani.

Harvey, D. (2001). *Spaces of capital: Towards a critical geography*. Routledge.
Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. New York University Press.
Kellerman, A. (2006). *Personal mobilities*. Routledge.
Massey, D. (2005). *For space*. Sage Publications.
Nora, P. (1984). *Les lieux de mémoire*. Gallimard.
Relph, E. (1976). *Place and placelessness*. Sage Publications.
Soja, E. (1996). *Thirdspace: Journeys to Los Angeles and other real-and-imagined places*. Blackwell Publishers.
Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism*. PublicAffairs.

Una narrazione geografica nel Metaverso

di Paola Pepe*

1. Dagli ambienti di apprendimento innovativi al Metaverso

L'innovazione nel mondo dell'educazione è collegata alla trasformazione degli ambienti di apprendimento, un obiettivo fra i principali del documento d'indirizzo "Piano Nazionale Scuola Digitale" (PNSD) attivo in Italia dal 2015. Il rinnovo degli spazi d'apprendimento permette l'esercizio della creatività, della condivisione, del lavoro indipendente (Miller *et al.,* 2008). Non è una novità la nozione di spazio visto come mediatore per i processi di costruzione della conoscenza (De Simone e De Luca, 2022) ma nel quadro del PNSD si fanno strada spazi aggiuntivi, quelli virtuali come le piattaforme *Learning Management System* (LMS), gli strumenti per la creazione di *slide* interattive e quelle per la realizzazione di ambienti virtuali tridimensionali, che offrono la possibilità di raccogliere materiali digitali per la consultazione e di condividere i contenuti creati da docenti e studenti. L'innovazione che caratterizza le piattaforme per l'educazione ha portato alla loro semplificazione e a permetterne un utilizzo quotidiano a scuola, in crescita dopo l'emergenza sanitaria (Benassi e Mosa, 2022). Investimenti recenti che hanno raggiunto le scuole attraverso il Piano Scuola 4.0[1] sono stati dedicati ad incentivare l'acquisto e l'utilizzo di strumenti hardware che permettono di estendere lo spazio fisico e circondarsi dello spazio virtuale, simulando di vivere esperienze realistiche, come visori 3D e aule immersive. Gli ambienti educativi virtuali tridimensionali sono stati definiti *eduversi* (Filippone *et al.,* 2023) per rimarcare l'idea che si tratta di modelli che simulano la realtà nelle tre dimensioni e che sono finalizzati alla fruizione di contenuti didattici. Un *eduverso* è considerato estensione virtuale dell'ambiente fisico dell'aula.

* IISS Pio La Torre di Palermo, pepe.paola@iisspiolatorre.edu.it

[1] Cfr. Le linee guida del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza Missione 4: Istruzione e Ricerca descrivono lo scenario europeo e gli obiettivi del PNRR Italia per la digitalizzazione delle scuole.

2. Rinnovare gli spazi fisici a scuola

L'interesse per il rinnovo degli spazi educativi fisici è ampio e abbraccia tutti gli ordini di scuola a partire dall'infanzia (Casagrande, 2024). In Italia, gran parte della sperimentazione si concentra su un modello di ambiente di apprendimento efficace, ispirato a quello costruito dalla rete *European Schoolnet* a Bruxelles denominato *Future Classroom Lab* (FCL) e promosso dall'INDIRE (Borri, 2018). Troviamo la sintesi della ricerca nel lavoro dedicato agli spazi educativi per la scuola del terzo millennio, dove l'aula fisica rappresenta solo un luogo in cui sperimentare vari *setting* polifunzionali pensati per creare, presentare, collaborare, discutere ed elaborare (Benassi e Mosa, 2022). Le scuole italiane che hanno sperimentato un ambiente FCL hanno suddiviso uno spazio fisico in sei zone, arredate e attrezzate in modo diverso per realizzare diverse funzioni. Nella prima area, zona di interazione, avviene un primo scambio di informazioni fra il docente e le studentesse e gli studenti. I banchi attrezzati con strumenti informatici sono disposti frontalmente o a U rispetto alla posizione di un insegnante/facilitatore che deve essere in grado di attivare discussioni per innescare un apprendimento attivo. Un'area limitrofa viene definita zona di scambio, quella che permette agli studenti di discutere fra loro portando contributi personali, opinioni ed esperienze. Qui le studentesse e gli studenti devono mettersi a lavorare in piccoli gruppi. Il docente assume il ruolo di *coach* assicurando supporto, orientando il lavoro del gruppo, facilitando le decisioni, incoraggiando l'assunzione di ruoli interni al gruppo. Una terza area viene definita zona di sviluppo ed è quella dove studentesse e studenti si muovono con più autonomia, mettendo in gioco le loro abilità personali. Qui è possibile concentrarsi su quelli che sono i propri interessi personali oltre che rilassarsi, utilizzando arredi confortevoli. La zona dedicata alla ricerca attiva viene definita zona di indagine, attrezzata con strumenti che permettono di cercare informazioni o di sperimentare. La zona di creatività è attrezzata con strumenti hardware e software che permettono di realizzare dei contenuti digitali. I contenuti che ogni soggetto riesce a creare saranno condivisi nella cosiddetta zona di presentazione. Nella fase finale del processo, quando il lavoro viene presentato alla classe, si rinforza l'apprendimento grazie alla possibilità di riflettere su quanto fatto e ricevere commenti da altri. Le scuole che in Italia hanno aderito a questo modello sono considerate le più innovative ed hanno sperimentato un vero cambiamento nella didattica partendo dalla rimodulazione dello spazio e l'utilizzo di arredi mobili ancor prima di prevedere l'uso di strumenti digitali innovativi. Intorno a questo modello fisico devono essere create le condizioni per realizzare un'idea di didattica centrata sullo studente (Mosa e Tosi, 2016) e sul concreto sviluppo delle sue personali abilità.

3. Spazi educativi virtuali per facilitare l'apprendimento

La scuola deve essere in grado di prevedere lo sviluppo delle competenze digitali dei cittadini, secondo il quadro di riferimento più recente (Vuorikari *et al.,* 2022) che prevede oltre alle abilità di base la gestione delle applicazioni di intelligenza artificiale, di realtà aumentata e di realtà virtuale, di robotizzazione, di internet delle cose, insieme alla capacità di individuare le notizie false e di saper gestire l'identità digitale proteggendo i dati personali. I docenti, da parte loro, sono chiamati ad agire da facilitatori e far utilizzare le risorse digitali applicando efficacemente quanto previsto nella sesta area del quadro delle competenze digitali per gli insegnanti, DigCompEdu, "*favorire lo sviluppo delle competenze digitali degli studenti*" (Bocconi *et al*., 2018).

Il Metaverso per fini educativi è un luogo virtuale nel quale il soggetto ha la sensazione di entrare interagendo nelle tre dimensioni con oggetti e personaggi e le azioni apparenti compiute in questo ambiente sono capaci di influenzare i processi cognitivi (Filippone *et al*., 2023). Quando gli ambienti virtuali 3D si arricchiscono della funzione collaborativa, si attua una condizione di rinforzo determinata dal fatto che ogni soggetto può interagire con altre persone e condividere contenuti come succede nei tradizionali *social network* con la differenza che, a sostituire nel mondo virtuale le persone, sono delle rappresentazioni grafiche tridimensionali dette *avatar* sviluppate nel campo di applicazione dei videogiochi. L'effetto cognitivo è quello di simulare un'esperienza reale ricevendo dei *feedback* dalle interazioni. Si pensi all'aspetto inclusivo che si determina nell'interazione fra *avatar* quando nello spazio virtuale si riuniscono soggetti effettivamente presenti anche nell'aula fisica e altri che si trovano a casa loro o in altri luoghi. Questa condizione è menzionata nei documenti ministeriali (Piano Scuola 4.0) con la frase "presenza in assenza". Il concetto sembra ispirato alla psicologia sociale, che definisce la "presenza sociale" come uno stato psicologico in cui l'individuo percepisce sé stesso come esistente all'interno di un ambiente interpersonale (Blascovich, 2002).

Saper realizzare dei modelli di spazi virtuali, arricchiti da elementi che ne fanno delle simulazioni realistiche capaci di generare reazioni, sensazioni e di stimolare l'apprendimento è una competenza che si può sviluppare a scuola, tenendo conto del fatto che le azioni necessarie alla creazione di contenuti 3D si sono semplificate progressivamente. Una versione popolare di Metaverso è quella fornita dalla piattaforma *Second Life*, un insieme di ambienti 3D immersivi che permette di informarsi e relazionarsi con altri soggetti, presentandosi sotto forma di *avatar*. L'effetto di *Second Life* come attivatore d'apprendimento e le ricadute del suo utilizzo nella vita reale è stato

oggetto di studi per la forma di coinvolgimento cognitivo che determina (Beard *et al*., 2009). In Italia si è formata una comunità di educatori intorno al progetto INDIRE sulla didattica nei mondi virtuali denominato *EdMondo*, ambiente immersivo 3D ispirato a *Second Life* e implementato da diversi docenti (Boniello e Gallitelli, 2013). Il Metaverso educativo quindi è già un territorio esplorato nel campo della ricerca didattica, per quanto riguarda il suo effetto sull'apprendimento, ma la sua diffusione recente è legata alla semplificazione delle tecnologie di creazione dei contenuti e al perfezionamento dei visori 3D. Oggi si può generare un mondo 3D con l'ausilio di automatismi dell'intelligenza artificiale, piattaforme di gioco come *hiberworld.com* sono diventate in breve tempo molto popolari perché permettono agli utenti di generare con un *prompt* nuovi spazi virtuali da utilizzare come ambiente di gioco. Nel campo dell'educazione sono diventate popolari piattaforme come *Spatial* e *Co-Spaces*, in quest'ultima la gestione delle azioni da far compiere ai personaggi di una storia è basata su funzioni automatiche e codici a blocchi che permettono a ragazzi e ragazze di rappresentare in pochi minuti immaginari coinvolgenti. Queste tecniche facilitano la realizzazione di vere e proprie narrazioni sequenziali che possono essere pianificate in gruppo e arricchite da diramazioni, test e quesiti, utilizzando diversi contributi digitali. Il lavoro di gruppo permette la divisione dei compiti, in modo da non lasciare nessuno indietro e si produce un risultato finale assemblando le varie parti generate separatamente. Lo *Storytelling* si può arricchire di un aspetto più coinvolgente se, nello sviluppo della narrazione, ci si ferma a proporre dei problemi da risolvere e si costringe l'*avatar* a spostarsi nell'ambiente virtuale su percorsi determinati per acquisire informazioni. In questo modo si realizza un'*escape room* virtuale con finalità educative. Tutto il processo ha l'obiettivo di far lavorare studentesse e studenti in collaborazione, ciascuno secondo le proprie capacità.

4. Una narrazione ispirata ad una storia vera

Ragazzi e ragazze che frequentano la scuola secondaria di secondo grado, abituati a giocare nei mondi virtuali ed a farsi coinvolgere da lunghe narrazioni delle serie TV hanno già interiorizzato gli elementi chiave per immaginare una storia. Ci sono delle regole precise per la narrazione e per la creazione di *escape room* efficaci nella *gamification* educativa (Talarico, 2024) che si ispirano a classici schemi cinematografici. Nel caso della storia che ho scelto di rappresentare nel Metaverso, ho cercato di concentrarmi sulle potenzialità della costruzione dell'ambiente di gioco, sfruttando due strumenti in combinazione. Il programma *Unity* permette di creare spazi virtuali tridi-

mensionali e la piattaforma *Spatial*, permette di pubblicare i mondi nel Metaverso rendendoli fruibili tramite visore 3D, telefono o pc. Ho cercato una storia vera con un forte valore educativo, pensando all'aspetto dell'esplorazione, legato al senso di avventura e di ignoto. Ho trovato il racconto ideale nella vicenda della spedizione belga verso l'Antartide. Si intrecciano nella storia le vicende giovanili di due esploratori molto noti, Roald Amundsen e Frederick Cook, che maturano nel corso dell'avventura la loro esperienza negli ambienti polari (Sancton, 2021). La nave Belgica parte da Anversa nel 1897 con l'obiettivo di toccare la latitudine più meridionale mai raggiunta. La missione prende forma due anni prima dall'immaginazione del capitano Adrien De Gerlache, sognatore con poca esperienza di viaggi oceanici, figura perfetta da impersonare come protagonista dell'esplorazione virtuale. De Gerlache chiede un finanziamento dell'impresa al re Leopoldo II del Belgio, che gli nega l'aiuto finanziario perché ha altri interessi coloniali legati all'Africa centrale. Non volendo rinunciare riesce ad ottenere una parte del finanziamento da un altro noto personaggio, il chimico Ernest Solvay; quindi, lancia una campagna di raccolta fondi popolare facendo leva sul sentimento patriottico nazionale, dicendo che avrebbe imbarcato un equipaggio belga per un'impresa che doveva diventare un primato nel campo dell'esplorazione navale. I numerosi problemi che si presentano nel periodo che intercorre fra l'idea e la vera e propria realizzazione costituiscono il terreno ideale per la costruzione narrativa e per proporre le tappe da risolvere nell'*escape room*. Dopo aver trovato il finanziamento servono marinai esperti, di nazionalità belga, disposti ad affrontare un'avventura incerta. L'equipaggio che effettivamente inizia la missione non ha le caratteristiche sperate; infatti, in Belgio non si trovano esperti di navigazione disposti a partire, quindi entrano nella storia personaggi di altre nazionalità, come Roald Amundsen e Frederick Cook. Il percorso di esplorazione è accidentato e culmina quando la nave si blocca fra ghiacci di dimensioni impreviste. L'equipaggio è costretto a sopravvivere con i viveri disponibili e cacciando animali rari come foche e pinguini per quasi un intero anno. La nave si libera con enorme difficoltà utilizzando l'esplosivo per aprire un canale e rientra in Belgio senza aver raggiunto il punto più a sud che sperava, ma con il primato della sopravvivenza più lunga nella zona polare fino a quel momento.

5. L'utilizzo di molteplici strumenti digitali per lo sviluppo della storia

Per realizzare il prodotto finale, un mondo nel Metaverso ispirato alla missione della nave Belgica, servono materiali intermedi che possono essere

realizzati da studentesse e studenti che prevedono l'utilizzo di diversi strumenti gratuiti. Esperienze di sviluppo delle competenze geografiche e del *Digital Storytelling* nella scuola primaria si rivelano efficaci quando sono i bambini a raccontare (Manganello e Rampulla, 2023). Nella scuola secondaria si possono acquisire competenze geografiche e digitali coerenti con il Quadro delle Competenze Digitali per i Cittadini (Vuorikari *et al.*, 2022). Fra queste viene inclusa: *conosce diversi tipi di servizi digitali su Internet: ...siti basati sulla collaborazione di comunità virtuali (ad esempio, banche dati di conoscenza libera come Wikipedia, servizi cartografici come OpenStreetMap)*.

La progettazione iniziale prevede la realizzazione di uno *Storyboard* con i passaggi da rappresentare, che può essere realizzato con un programma di gestione di disegni sequenziali ed eventualmente con l'ausilio dell'IA generativa per le immagini. I personaggi della storia devono essere dei modelli 3D, in un formato file accettato dalla piattaforma *Spatial.* Il risultato più veloce si ottiene utilizzando la piattaforma *Ready player me* per la creazione di personaggi. Buona norma, nello spazio iniziale di gioco, inserire una presentazione per indirizzare i giocatori (Talarico, 2024) in questo caso è stato prodotto un personaggio tridimensionale inserendo nella piattaforma *Ready player me* un ritratto di Adrien De Gerlache, cercato fra i materiali disponibili sulla piattaforma *Europeana.* Il modello è stato inserito nel programma *Animaze* che permette di inquadrare il personaggio animandolo e dotandolo di voce sincronizzata con i movimenti del capo. Dare una voce realistica al personaggio è un altro processo di ricerca intermedio e prevede la realizzazione di file audio letti da programmi di sintesi vocale. Una volta realizzato il testo si utilizza il programma gratuito *Obsproject* che permette di registrare video dallo schermo del PC. Appena ottenuta la presentazione del personaggio principale sotto forma di file video, questo può essere inserito nel punto iniziale del mondo virtuale con *Spatial*. Altri suggerimenti per i giocatori, sotto forma di testi, sono inseriti in punti strategici, insieme a delle mappe. I luoghi d'interesse della storia sono riportati su una mappa digitale, allo scopo di far esercitare gli studenti con strumenti di geolocalizzazione. La piattaforma *Spatial* permette di inserire dei link, sotto forma di portali esterni, quindi un modo per procedere è quello di fissare in punti strategici dello spazio di gioco dei richiami, che permettono di raggiungere la mappa digitale del luogo rappresentato in forma di aree geolocalizzate (*Openstreetmap*) o di *Storymaps* (Marta e Osso, 2015). Un altro sistema è quello di realizzare dei brevi video tramite lo strumento *Google Earth Studio* che simula le riprese dall'alto permettendo di visualizzare un percorso, ad esempio la rotta della Belgica da Anversa fino ai ghiacci antartici. Altri materiali da raccogliere e selezionare sono le musiche e i suoni da collegare alle attività di gioco. In questo caso

gli studenti devono essere guidati nella scelta dei siti affidabili e nel lavoro di selezione di materiali con licenze aperte. La creazione dei testi si può realizzare con l'ausilio delle applicazioni di intelligenza artificiale generativa, procedendo poi ad una correzione e personalizzazione. I personaggi collaterali sono realizzati con un programma di grafica 3D gratuito dedicato alla creazione di modelli umani *MakeHuman*. Ulteriori oggetti tridimensionali necessari allo sviluppo della storia sono stati scelti fra quelli con licenza libera da piattaforme come *Sketchfab* o creati con strumenti come il programma *Blender* o la piattaforma *Tinkercad.* Tutti gli strumenti prevedono l'abilità di comprendere la geometria nelle tre dimensioni virtuali, rispettando le proporzioni e le forme. Chi fruisce del mondo virtuale, fa muovere un avatar e lo sposta visitando ambienti diversi come villaggi, fiumi, alture da arrampicare, spiagge, praterie, laghi, mari, zone coperte dai ghiacci. Il punto di osservazione cambia quando l'avatar raggiunge una cima da dove osserva il paesaggio dall'alto per orientarsi meglio. Nel corso dell'attività si ferma a cercare delle soluzioni (*problem solving*). Uno dei problemi da risolvere è quello della ricerca di un finanziamento all'altezza del valore dell'impresa. L'avatar parla con i personaggi cercando quelli disposti a finanziare la missione.

6. Gli strumenti avanzati per la realizzazione del prodotto finale

La parte più tecnica del progetto è anche quella più motivante perché permette di misurarsi con il prodotto finale. Il lavoro si realizza con il programma gratuito *Unity*. La prima operazione consiste nell'inserire l'area di gioco, costituita da "piani" oggetti tridimensionali con uno spessore minimo, che devono essere ancorati al terreno e che rappresentano mari, fiumi, valli, ghiacci, praterie e ogni possibile variazione utile dell'ambiente di base. In alcune aree il terreno si deve modellare per ottenere la dimensione dell'altitudine. L'operazione prevede un controllo sulla forma, sull'altezza rispetto alla posizione più bassa e alla pendenza. Si riesce ad ottenere un controllo sulla morfologia estremamente utile come simulazione didattica, paragonabile, nel campo virtuale, a quello che si ottiene utilizzando una *sandbox* (Morri *et al.,* 2023). Ad esempio, inserendo il piano che rappresenta l'acqua in movimento e inclinandolo opportunamente si riescono ad ottenere effetti come cascate e fiumi ed agendo sulla morfologia delle montagne si ottengono valli, pareti ripide, cavità e laghi. Più si lavora sulla varietà dell'aspetto morfologico più l'attività del giocatore risulta sfidante; infatti, una parte dell'esperienza consiste nell'orientarsi all'interno del gioco, memorizzando gli elementi statici che si incontrano nelle diverse direzioni. Per rendere

omogeneo il cielo e lo sfondo si deve inserire un'immagine a 360° appropriata che costituisce lo *skybox* e si devono effettuare delle regolazioni sull'illuminazione in modo da generare delle ombre realistiche. Altre regolazioni riguardano la posizione e la dimensione degli oggetti che devono risultare proporzionati e rispondere il più possibile alle leggi della fisica per comportarsi in modo naturale. Un lungo lavoro di selezione riguarda i colori degli oggetti e l'attribuzione di interattività. I file audio, che devono essere preparati in precedenza, possono essere attribuiti agli oggetti con delle regole di comportamento d'interazione. Una delle condizioni più usate prevede che, quando il giocatore si avvicina ad un determinato personaggio o ad un oggetto viene riprodotto un audio, oppure un suono o si provocano altre azioni come la scomparsa di un elemento o il suo cambio di posizione. L'interattività da sola può essere utile alla narrazione, ma per fare in modo che il gioco diventi sfidante si usa la funzione *quest*. Il gioco si arricchisce di "missioni" che consistono nelle sfide che il giocatore deve superare per terminare il percorso. Per programmare correttamente la *ques*t del gioco occorre una pianificazione per decidere le azioni possibili e attribuire un risultato alle interazioni fra l'avatar e gli oggetti di gioco. Quando la programmazione su *Unity* è completa si procede alla pubblicazione sulla piattaforma *Spatial* e il mondo virtuale risulta visitabile con un visore 3D, con un PC o con uno smartphone con diversi livelli di immersività.

Figura 1: Un avatar visita lo spazio Missione antartica 1

7. Missione antartica: un'*escape room* geografica

Il mondo virtuale che ho descritto è pubblicato su *Spatial* e denominato "missione antartica 1". Il metodo di lavoro con cui è stato ottenuto risponde ai criteri di uno *storytelling* contenente un'*escape room* che termina risolvendo tredici operazioni. Fra queste il giocatore deve trovare il finanziamento, localizzare la nave da ristrutturare, trovare Roald Amundsen, imbarcare il medico di bordo Frederick Cook, fare i conti con un ammutinamento, imbarcare l'esplosivo, trovare la nave bloccata fra i ghiacci. Il giocatore può scegliere di esplorare l'ambiente in modo casuale trovando in luoghi strategici delle schede descrittive che sostengono la narrazione o può dedicarsi alla soluzione delle missioni. In entrambi i casi l'avatar dovrà muoversi ed esplorare a lungo il mondo virtuale. Sono state utilizzate solo funzioni automatiche che fanno dialogare i comandi di *Unity* con *Spatial*, ad esempio la funzione *trigger* che permette di generare un'area che attiva un evento quando l'avatar entra in una porzione di spazio interattiva o la funzione *interactable* che permette di generare un evento al tocco del mouse dando la sensazione che sia l'avatar a compiere l'azione. All'interno di un mondo *Spatial* si possono riunire fino a dieci persone (nella versione gratuita) e questo permette ai giocatori d'incontrarsi virtualmente negli spazi del gioco, darsi suggerimenti, chattare e scambiarsi opinioni, darsi appuntamento. Altra potenzialità è quella di utilizzare la funzione *live* che permette di mantenere il mondo virtuale in primo piano per ventiquattro ore in modo da essere notata facilmente dagli utenti. Come succede in altre piattaforme social, la versione gratuita di *Spatial* prevede la possibilità che utenti sconosciuti entrino nella pagina mentre si svolge l'attività di gioco.

Figura 2: Un avatar trova una delle istruzioni nello spazio Missione antartica 1

8. Conclusione

Il lavoro proposto è adatto a studenti del biennio della scuola secondaria di secondo grado. Realizzare un mondo nel Metaverso con finalità educative si presta a diverse operazioni. Le studentesse e gli studenti possono utilizzarlo semplicemente come attività di *edutainment* (Donadelli, 2019) che permette loro di imparare e divertirsi allo stesso tempo, ricordando più facilmente quanto appreso, utilizzando l'aula tradizionale e gli strumenti tecnologici in possesso della scuola. In questo caso una verifica dell'apprendimento deve essere organizzata a supporto dell'attività di coinvolgimento per mezzo di schede e test. L'approccio più efficace invece è quello di far lavorare studentesse e studenti in setting d'aula stimolanti che permettono l'organizzazione del lavoro in gruppo e l'acquisizione delle competenze geografiche e digitali. Il docente nella fase iniziale condivide il progetto con l'intera classe e raccoglie i suggerimenti. Nella fase intermedia si assicura che tutti lavorino realizzando parti del progetto, un testo, un audio, un video, una mappa digitale, una raccolta di informazioni e materiali. Nella fase finale fa assemblare i materiali, fa realizzare la *quest* e controlla la pubblicazione del prodotto finale al quale tutti hanno contribuito. Lavorare in aule attrezzate, dotate di spazi, arredi software adeguati, permette di sviluppare a scuola tutte le componenti del prodotto. Il docente valuta il lavoro degli studenti servendosi di rubriche di valutazione e osservando l'atteggiamento, la creatività, la tendenza a cooperare per un risultato comune. Contribuire ad arricchire di contenuti un eduverso ed entrarci virtualmente può sortire un effetto permanente sull'apprendimento.

Riferimenti bibliografici

Beard, L., Wilson, K., Morra, D., & Keelan, J. (2009). A survey of health-related activities on Second Life. *Journal of Medical Internet Research, 11*(2), e1192. https://doi.org/10.2196/jmir.1192

Benassi, A., & Mosa, E. (2022). L'uso degli ambienti fisici e virtuali durante l'emergenza sanitaria. *IUL Research, 3*(6), 36-45.

Blascovich, J. (2002). Social influence within immersive virtual environments. In R. Schroeder (Ed.), *The social life of avatars: Presence and interaction in shared virtual environments* (pp. 127-145). Springer.

Bocconi, S., & Panesi, S. (2018). Teachers' professional learning and competence in the digital era. *Media Education: Studi, Ricerche, Buone Pratiche*.

Boniello, A., & Gallitelli, M. (2013). Le scienze della Terra in virtual worlds. *Bricks, 3*(3), 84-90.

Borri, S. (2018). *The classroom has broken: Changing school architecture in Europe and across the world*. Indire.

Casagrande, E. (2024). L'ambiente come terzo educatore. L'organizzazione degli spazi interni della scuola dell'infanzia come fattore per costruire l'ambiente di apprendimento. *Ambiente Società Territorio Geografia nelle scuole, 1*, 18-23.

Decreto del Ministro dell'Istruzione (2022, 14 giugno). *Piano scuola 4.0 – PNRR*.
De Simone, G., & De Luca, A. M. (2022). Architetture per l'apprendimento. *Mizar. Costellazione di pensieri, 2*(17), 87-95.
De Vecchis, G., Pasquinelli D'Allegra, D., & Pesaresi, C. (2020). *Didattica della geografia*. UTET.
Donadelli, G. (2019). L'utilizzo delle missioni in educazione. Pratiche e riflessioni sull'edutainment in geografia. In C. Giorda & G. Zanolin (Eds.), *Idee geografiche per educare al mondo* (pp. 89-108). FrancoAngeli.
Donally, J. (2022). *The immersive classroom: Create customized learning experiences with AR/VR*. International Society for Technology in Education.
Filippone, A., Ferulli, M., & Bevilacqua, A. (2023). Virtual worlds and eduverse: A reflection on the body, space and learning in the metaverse. *Italian Journal of Health Education, Sport and Inclusive Didactics, 7*(3).
Manganello, F., & Rampulla, M. (2023). Promoting geographical competences in primary school through active learning and digital storytelling. Results of a study from Genoa, Italy. *J-Reading – Journal of Research and Didactics in Geography*.
Marta, M., & Osso, P. (2015). Story Maps at school: Teaching and learning stories with maps. *J-Reading – Journal of Research and Didactics in Geography, 2*(4), 61-68.
Miller, R., Shapiro, H., & Hilding-Hamann, K. E. (2008). *School's over: Learning spaces in Europe in 2020 – An imagining exercise on the future of learning*. JRC Scientific and Technical Reports.
Molina, A., Michilli, M., & Gaudiello, I. (2021). La spinta della pandemia da Covid-19 alla scuola italiana. *Mondo Digitale, 20*(1), 47-80.
Morri, R., Pavia, D., & Pesaresi, C. (2023). Geotecnologie ed educazione geografica. In *Geografia e tecnologia: Transizioni, trasformazioni, rappresentazioni* (pp. 637-640). Società di Studi Geografici.
Mosa, E., & Tosi, L. (2016). Ambienti di apprendimento innovativi – Una panoramica tra ricerca e casi di studio. *Bricks, 6*(1), 9-19.
Muller, C. (2008). Une expédition scientifique en Antarctique: La Belgica en 1898 revisitée en 2008. *Ciel et Terre, 124*, 6, 174-179.
Sancton, J. (2021). *Intrappolati nel ghiaccio: Il viaggio della Belgica nella notte antartica*. Corbaccio.
Talarico, M. (2024). Storytelling e linguaggi visuali per le escape room. In *University, Teaching & Research*, 123-143.
Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes* (EUR 31006 EN). Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/490274
Walshe, N., & Healy, G. (2020). *Geography education in the digital world*. Routledge.

Sitografia e piattaforme utilizzate per produrre lo spazio immersivo

Animaze (n.d.), *Animaze – Software per avatar animati in 3D*. Recuperato da https://www.animaze.us
Europeana (n.d.), *Esplora la cultura europea digitale*. Recuperato da https://www.europeana.eu/it
Google (n.d.), *Google Earth Studio – Strumenti di animazione per mappe 3D*. Recuperato da https://www.google.com/earth/studio/

HiberWorld (n.d.), *HiberWorld – Crea e gioca in mondi virtuali 3D*. Recuperato da https://hiberworld.com

MakeHuman Community (n.d.), *MakeHuman – Creazione di modelli umani 3D open-source*. Recuperato da https://static.makehumancommunity.org/makehuman.html

Ministero dell'Istruzione (n.d.), *Scuola digitale – Iniziative per l'innovazione didattica*. Recuperato da https://www.miur.gov.it/scuola-digitale

OBS Project (n.d.), *Open Broadcaster Software (OBS Studio)*. Recuperato da https://obsproject.com

OpenAI (2022, 30 novembre), *ChatGPT: Optimizing language models for dialogue*. Recuperato da https://openai.com/blog/chatgpt

Ready Player Me (n.d.), *Crea il tuo avatar 3D personalizzato*. Recuperato da https://readyplayer.me/it

Sketchfab (n.d.), *Esplora milioni di modelli 3D interattivi*. Recuperato da https://sketchfab.com

Spatial (2023, 2 agosto), *Missione Antartica – Spazio immersivo interattivo*. Recuperato da https://www.spatial.io/s/MISSIONE-ANTARTICA-1-64c795ad63de4bc875e7bc3a?share=4019369990348371077

Tinkercad (n.d.), *Tinkercad – Progettazione e stampa 3D per tutti*. Recuperato da https://www.tinkercad.com

Metaverso e formazione universitaria: un'introduzione alla Nuova Rivoluzione di Internet

di Salvatore Amaduzzi*

1. Introduzione al Metaverso

1.1. Il concetto di Metaverso e le sue evoluzioni

Il concetto di "Metaverso" ha attirato un'attenzione crescente negli ultimi anni, grazie ai progressi tecnologici che hanno reso possibile la creazione di mondi virtuali sempre più complessi e interattivi. Neal Stephenson è stato il primo a utilizzare il termine "Metaverso" nel suo romanzo del 1992 *Snow Crash*, in cui descriveva un universo virtuale tridimensionale in cui gli utenti potevano interagire tramite avatar digitali. Da allora, il concetto di Metaverso ha continuato a evolversi, abbracciando una vasta gamma di esperienze virtuali che superano i confini del mondo reale.

In termini semplici, il Metaverso può essere definito come un ambiente virtuale condiviso in cui gli utenti possono interagire tra loro e con oggetti virtuali, attraverso rappresentazioni digitali di sé stessi chiamate "avatar". Questi mondi virtuali possono essere creati e fruiti utilizzando diverse tecnologie, tra cui realtà virtuale (VR), realtà mista (XR) e realtà aumentata (AR). Gli utenti possono esplorare il Metaverso, partecipare ad attività sociali, creare e condividere contenuti e persino sviluppare economie virtuali.

*GEOmatic Lab, Università degli Studi di Udine, salvatore.amaduzzi@uniud.it

Figura 1: Esempio di mondo virtuale con avatar
Fonte: www.techstar.it

Alla sua essenza, il Metaverso è una rete complessa e interconnessa di mondi virtuali, ognuno con le proprie regole, ambienti e abitanti. Questi ambienti virtuali possono variare da simulazioni 3D immersive a spazi sociali interattivi, offrendo agli utenti un'ampia gamma di esperienze. All'interno del Metaverso, gli utenti hanno la libertà di esplorare, creare e interagire con contenuti digitali e con altri utenti in tempo reale, favorendo un senso di presenza e immersione senza precedenti rispetto agli ambienti online tradizionali. Nel corso degli anni, il concetto di Metaverso si è evoluto ed espanso, spinto dai progressi tecnologici e dai cambiamenti nel comportamento degli utenti. Mentre le prime versioni del Metaverso erano principalmente confinate al regno della fantascienza, i recenti sviluppi nella realtà virtuale (VR), realtà aumentata (AR) e nei giochi online hanno avvicinato il concetto alla realtà. Oggi, il Metaverso comprende una vasta gamma di piattaforme ed esperienze, dai giochi di realtà virtuale e reti sociali agli spazi di lavoro collaborativi e simulazioni educative.

L'accesso al Metaverso può avvenire tramite dispositivi immersivi, così come attraverso browser su laptop, tablet o smartphone.

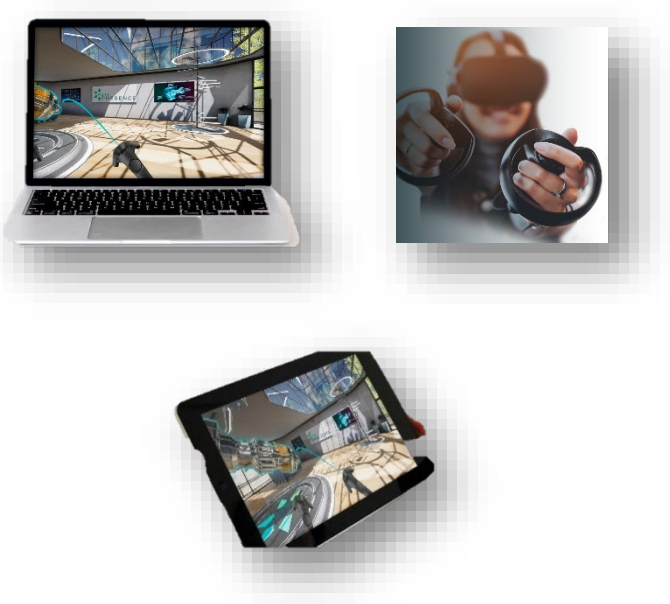

Figura 2: Dispositivi per accedere al Metaverso
Fonte: www.techstar.it

Una delle caratteristiche principali del Metaverso è la sua natura aperta e decentralizzata. A differenza degli ambienti online tradizionali, generalmente controllati da una singola azienda o organizzazione, il Metaverso è costruito su standard e protocolli aperti, consentendo l'interoperabilità e un'integrazione fluida tra diverse piattaforme ed esperienze. Questo ecosistema aperto promuove l'innovazione e la creatività, permettendo a sviluppatori e creatori di sperimentare nuove idee e tecnologie senza essere vincolati da restrizioni proprietarie.

Inoltre, il Metaverso è intrinsecamente sociale, con un forte accento sulla comunità e la collaborazione. Gli utenti possono connettersi con persone da tutto il mondo, instaurare amicizie, unirsi a comunità virtuali e collaborare su progetti e attività in tempo reale. Questo aspetto sociale è una delle forze trainanti della popolarità del Metaverso, offrendo agli utenti un senso di appartenenza e connessione in un mondo sempre più digitale.

Man mano che il Metaverso continua a evolversi, il suo impatto sulla società e sulla cultura è destinato a crescere. Già oggi assistiamo all'emergere di economie virtuali, mercati di arte digitale e mercati immobiliari virtuali all'interno del Metaverso, creando nuove opportunità per il commercio, la creatività e l'espressione personale. Inoltre, il Metaverso ha il potenziale per

rivoluzionare settori come l'istruzione, la sanità e l'intrattenimento, offrendo nuovi modi per apprendere, collaborare e interagire con contenuti ed esperienze.

Con il continuo avanzamento della tecnologia e la crescente comprensione degli ambienti virtuali, il Metaverso si prepara a diventare una parte integrante della nostra vita quotidiana, offrendo nuove opportunità di connessione, creatività ed esplorazione. Va sottolineato che l'introduzione di questa tecnologia nelle aziende private e nella pubblica amministrazione implica automaticamente la creazione di nuove professioni: programmatori esperti nell'uso di strumenti per lo sviluppo di soluzioni di realtà virtuale, esperti di grafica 3D per la creazione di ambienti virtuali, esperti di Meta-Marketing (marketing nel Metaverso) e molte altre nuove figure professionali.

1.2. Avatar: creazione di identità virtuali

Nel Metaverso, gli avatar rappresentano le identità digitali degli utenti, permettendo loro di navigare e interagire all'interno degli ambienti virtuali. Queste persone digitali svolgono un ruolo cruciale nel modellare l'esperienza dell'utente e nel facilitare le interazioni sociali nei mondi virtuali. Comprendere cosa sono gli avatar e come vengono creati è fondamentale per esplorare il potenziale immersivo del Metaverso.

Gli avatar possono assumere diverse forme, che spaziano da rappresentazioni simili agli esseri umani a creature fantastiche o forme astratte. La creazione di un avatar avviene generalmente utilizzando strumenti e software specializzati messi a disposizione dalle piattaforme del Metaverso.

Figura 3: tools per creare avatar
Fonte: readyplayer.me

Questi strumenti offrono una vasta gamma di opzioni di personalizzazione, permettendo agli utenti di modificare l'aspetto, gli attributi e il comportamento dei propri avatar. Gli utenti possono scegliere tra modelli predefiniti o creare design personalizzati da zero, regolando parametri come la forma del corpo, i tratti del viso, lo stile della capigliatura e le opzioni di abbigliamento. Alcune piattaforme integrano anche funzionalità avanzate, come la tecnologia di motion capture, che consente di animare gli avatar con i movimenti e gesti realistici catturati dalla webcam.

Oltre alla personalizzazione visiva, gli avatar possono essere dotati di elementi interattivi e accessori che ne migliorano funzionalità e utilità. Ad esempio, gli utenti possono equipaggiare i loro avatar con strumenti virtuali, gadget e accessori che facilitano la comunicazione, la collaborazione e l'interazione con altri utenti. Questi elementi interattivi possono variare da semplici gesti ed emote a funzionalità più complesse, quali capacità sportive particolari. Questo processo di personalizzazione consente agli utenti di esprimere la propria identità e individualità negli spazi virtuali, sfumando i confini tra il mondo fisico e quello digitale.

Figura 4: esempio di avatar
Fonte: www.techstar.it

L'avatar ci offre un'esperienza di comunicazione immersiva, non più limitata a un profilo 2D e al linguaggio verbale, come accadeva con il Web 2.0, introducendo elementi di linguaggio corporeo e auto-espressione attraverso movimenti e comportamenti in prima persona nelle interazioni virtuali. Inoltre, gli avatar svolgono un ruolo fondamentale nel facilitare le interazioni sociali e nel costruire comunità all'interno del Metaverso.

Gli utenti spesso instaurano connessioni e relazioni con altri in base all'aspetto, alla personalità e al comportamento del loro avatar. Gli avatar fungono da mezzo per l'auto-espressione e la comunicazione, permettendo agli

utenti di partecipare a conversazioni in tempo reale, attività e progetti collaborativi con altri. Nei mondi virtuali, dove l'anonimato è prevalente, gli avatar offrono agli utenti un modo per stabilire un'identità digitale unica e connettersi con persone affini.

2. Formazione nel Metaverso

2.1. Metaverso nel contesto educativo

Nel contesto educativo, il Metaverso offre un enorme potenziale per trasformare l'apprendimento e l'insegnamento. Grazie alla sua natura immersiva e interattiva, il Metaverso può fornire agli studenti ambienti educativi coinvolgenti e realistici, in grado di ampliare le possibilità offerte dal mondo reale. Gli insegnanti possono creare ambienti virtuali che riproducono luoghi e situazioni reali, permettendo agli studenti di esplorare argomenti complessi in modo concreto. Ad esempio, gli studenti di storia potrebbero immergersi virtualmente nel mondo antico, interagire con figure storiche famose e rendere il proprio apprendimento vivo in un modo che i libri di testo da soli non possono replicare.

Figura 5: "Cappella Sistina" virtuale
Fonte: www.overthereality.ai

Oltre a fornire esperienze educative immersive, il Metaverso offre anche opportunità per la collaborazione e la creazione di comunità. Gli studenti possono lavorare insieme per risolvere problemi complessi, partecipare a progetti di gruppo e condividere conoscenze e risorse all'interno del Meta-

verso. Queste interazioni sociali promuovono lo sviluppo delle competenze sociali e collaborative degli studenti, preparandoli per un mondo sempre più interconnesso e globalizzato.

In definitiva, il Metaverso rappresenta una rivoluzione nell'educazione, offrendo un nuovo modo di insegnare e apprendere che supera i limiti del mondo reale. Con il suo potenziale di fornire esperienze educative coinvolgenti, realistiche e collaborative, il Metaverso promette di trasformare radicalmente il modo in cui concepiamo l'educazione e prepariamo gli studenti per il futuro digitale.

2.2. Potenzialità transformative del Metaverso nell'educazione: miglioramento delle esperienze di apprendimento per studenti e docenti

Il Metaverso, con i suoi ambienti virtuali immersivi e interattivi, offre una vasta gamma di applicazioni e benefici per l'educazione, trasformando radicalmente il modo in cui gli studenti apprendono e gli insegnanti insegnano.

Dal punto di vista degli studenti, il Metaverso consente opportunità senza precedenti per l'apprendimento esperienziale. Simulazioni virtuali ed esperienze immersive permettono agli studenti di esplorare concetti in modo pratico, superando i limiti delle tradizionali lezioni in aula. Inoltre, il Metaverso promuove la collaborazione e l'apprendimento tra pari. Spazi virtuali condivisi e permanenti consentono agli studenti di lavorare insieme su progetti e scambiarsi idee e intuizioni in tempo reale. Questo aspetto collaborativo migliora competenze fondamentali per il mercato del lavoro futuro, come il lavoro di squadra, la comunicazione e il pensiero critico.

Strumenti di intelligenza artificiale possono analizzare i dati relativi alle performance degli studenti e fornire suggerimenti e feedback personalizzati, permettendo loro di progredire al proprio ritmo e concentrarsi sulle aree che richiedono maggiore attenzione. Questa opportunità di personalizzazione garantisce che ogni studente riceva il supporto necessario per eccellere accademicamente.

Dal punto di vista degli insegnanti, il Metaverso offre strumenti e risorse innovative per la progettazione, l'erogazione e la valutazione dell'insegnamento. Gli educatori possono creare esperienze di apprendimento immersive in 3D, coinvolgendo gli studenti in lezioni interattive e simulazioni che rendono concreti concetti astratti. Inoltre, le aule virtuali e le piattaforme di collaborazione permettono agli insegnanti di connettersi con gli studenti in tempo reale, facilitare discussioni e fornire feedback indipendentemente dalla distanza. Il Metaverso supporta anche il processo decisionale educativo

attraverso i dati acquisiti dalle piattaforme. Le piattaforme di apprendimento nel Metaverso possono raccogliere e analizzare informazioni sulle interazioni e sulle prestazioni degli studenti negli ambienti virtuali, fornendo preziose intuizioni sulle loro abitudini e preferenze di apprendimento. Gli insegnanti possono utilizzare questi dati per adattare le strategie didattiche, personalizzare le esperienze di apprendimento e identificare le aree che necessitano di miglioramento, rispondendo in modo efficace alle diverse esigenze degli studenti.

Man mano che il Metaverso evolverà è essenziale che gli educatori esplorino le sue potenziali applicazioni e benefici, sfruttando le sue capacità in modo efficace per migliorare i risultati dell'insegnamento e dell'apprendimento.

2.3. Casi studio del Metaverso nell'educazione

L'analisi di casi studio ed esempi sull'uso del Metaverso nell'educazione rivela una vasta gamma di applicazioni innovative che stanno trasformando l'esperienza di apprendimento per studenti ed educatori.

Un esempio significativo è rappresentato dai viaggi virtuali. Superando le limitazioni imposte dai viaggi fisici, il Metaverso consente agli studenti di esplorare luoghi lontani e siti storici direttamente dalle loro aule. Ad esempio, gli studenti possono visitare civiltà antiche, fare tour di famosi monumenti o esplorare ecosistemi in diverse parti del mondo, tutto all'interno di un ambiente virtuale. Inoltre, durante queste visite virtuali, gli studenti possono incontrare e interagire con altri visitatori che si trovano nello stesso luogo virtuale in quel momento.

Un altro esempio è l'utilizzo di laboratori virtuali per l'educazione scientifica. Le tecnologie di realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR) permettono agli studenti di eseguire esperimenti e simulazioni in ambienti sicuri e monitorati, eliminando la necessità di costosi equipaggiamenti o materiali da laboratorio. Ad esempio, gli studenti di chimica possono osservare reazioni chimiche attraverso esperimenti virtuali, mentre quelli di fisica possono esplorare i principi del moto e della gravità tramite simulazioni interattive. Questi laboratori virtuali offrono agli studenti preziose esperienze pratiche, rafforzando i concetti teorici in modo dinamico e coinvolgente.

Questi approcci sfruttano il Metaverso per creare attività di apprendimento interattive, stimolando il lavoro di gruppo e l'attenzione verso le necessità specifiche di ciascun discente, rendendo l'educazione più inclusiva e centrata sull'individuo.

2.4. Piattaforme, tools e tecnologie utilizzate per implementare il Metaverso in contesti educativi

Descrivere le piattaforme, gli strumenti e le tecnologie specifiche utilizzate per implementare il Metaverso in contesti educativi offre una panoramica delle numerose risorse disponibili per educatori e studenti. Queste piattaforme e strumenti sfruttano tecnologie avanzate per creare ambienti virtuali immersivi e interattivi che migliorano l'esperienza di apprendimento.

Una delle principali tecnologie utilizzate è la realtà virtuale (VR), che crea ambienti digitali completamente immersivi in cui gli utenti possono esplorare e interagire utilizzando dispositivi specializzati. Ad esempio, piattaforme come Google Expeditions e Oculus Education offrono una vasta gamma di esperienze educative in VR, dai tour virtuali di siti storici agli esperimenti scientifici interattivi.

Un'altra tecnologia fondamentale è la realtà aumentata (AR) e la realtà mista (XR). L'AR sovrappone contenuti digitali al mondo reale, mentre l'XR consente agli utenti di interagire con oggetti virtuali nel loro ambiente fisico. Gli educatori possono utilizzare app e strumenti di AR per creare esperienze di apprendimento interattive che combinano contenuti digitali con contesti del mondo reale. Ad esempio, app come HP Reveal e Aurasma permettono agli insegnanti di trasformare libri di testo, poster e altri materiali didattici in esperienze interattive con animazioni, video e modelli 3D.

I mondi virtuali e le piattaforme sociali svolgono un ruolo cruciale nell'implementazione del Metaverso nell'educazione. Queste piattaforme offrono spazi virtuali in cui gli utenti possono interagire tra loro e con oggetti digitali che rappresentano fedelmente il mondo reale. Gli educatori possono utilizzare mondi virtuali come Second Life e OpenSim per creare ambienti di apprendimento immersivi, ospitare lezioni e discussioni virtuali e facilitare progetti e attività collaborative. Piattaforme sociali come AltspaceVR e Mozilla Hubs offrono funzionalità simili, permettendo a utenti di diverse aree geografiche di connettersi in spazi virtuali condivisi.

Le piattaforme di apprendimento basate sul gioco sfruttano i principi della gamification per coinvolgere gli studenti e migliorare i risultati di apprendimento. Queste piattaforme utilizzano meccaniche di gioco e narrazioni interattive per creare esperienze educative accattivanti che motivano gli studenti a imparare e a raggiungere i loro obiettivi. Ad esempio, piattaforme come Minecraft Education Edition e Roblox Studio permettono agli insegnanti di creare giochi e simulazioni educative personalizzate in linea con gli obiettivi curricolari.

Infine, le tecnologie di intelligenza artificiale (IA) e machine learning (ML) sono utilizzate nelle piattaforme del Metaverso per raccogliere e

analizzare dati, adattare le esperienze di apprendimento e fornire feedback e assistenza intelligenti agli studenti. Queste tecnologie consentono di personalizzare ulteriormente l'apprendimento, garantendo un supporto su misura per le esigenze di ogni studente.

3. Lezioni di GEOtecnologie e corsi trasversali NEL Metaverso all'Università di Udine

3.1. Lezioni NEL Metaverso

Ogni anno, nel corso di GEOtecnologie e Innovazione dell'Università degli Studi di Udine, viene introdotto un nuovo argomento riguardante una tecnologia emergente. Negli anni recenti, sono stati trattati temi come droni, lidar, realtà aumentata-mista e virtuale (XReality), intelligenza artificiale, TELCO GeoBigData, e altri. Nel 2022, è stato il turno del Metaverso.

Coincidenza vuole che a Udine, una piccola città nel nord-est dell'Italia, vi fossero due aziende impegnate nello sviluppo di piattaforme per il Metaverso, oltre all'Università stessa. Queste aziende rivestono un ruolo di particolare rilievo, poiché impiegano oltre un centinaio di dipendenti, molti dei quali laureati presso l'Università di Udine.

All'interno del corso di GEOtecnologie, si è deciso di includere una lezione SUL tema del Metaverso, svolta direttamente NEL Metaverso. A tal fine, è stata coinvolta TechStar (www.techstar.it), una società che ha sviluppato una piattaforma di Metaverso pronta per le attività educative.

Agli studenti è stato inviato un link attraverso il quale sono stati invitati a partecipare alla lezione. Prima di accedere allo spazio virtuale, viene chiesto loro se abbiano già un avatar o se desiderino crearne uno prima di accedere.

Una volta creato l'avatar, gli studenti vengono accolti nello spazio virtuale, dove trovano tutte le informazioni necessarie per apprendere le modalità di movimento (camminare, spostarsi rapidamente, sedersi, ecc.) e di interazione (salutare, applaudire, alzare la mano, ecc.). Hanno quindi circa dieci minuti per esplorare gli ambienti virtuali e osservare opere d'arte, gemelli digitali, panorami dalle finestre, e così via.

Successivamente, prendono posto nella classe virtuale dove viene svolta la lezione. Al termine, gli studenti possono continuare ad esplorare gli spazi virtuali e interagire con gli oggetti digitali disponibili.

Questo approccio innovativo ha permesso di sperimentare le potenzialità educative offerte dal Metaverso, integrando teoria e pratica in un ambiente completamente digitale.

Figura 6: classe virtuale durante una lezione nel Metaverso
Fonte: www.techstar.it

3.2. Corso trasversale SUL Metaverso NEL Metaverso

La lezione ha avuto molto successo e ha suscitato così tanto interesse in Università che si è deciso di organizzare un corso trasversale di 10 ore sul Metaverso, nel Metaverso. Per "trasversale" si intende un corso aperto a tutti gli studenti, indipendentemente dal corso di laurea frequentato che, al superamento dell'esame, consente di ottenere 2 crediti formativi. La prima edizione del corso, limitata a 50 partecipanti immediatamente esauriti all'apertura delle a dimostrazione del grande interesse degli studenti verso l'argomento.

Il titolo del corso era: "Metaverso, Metaversi e metabusiness: un'introduzione alla nuova rivoluzione di internet" e gli argomenti delle cinque lezioni erano:

- Le basi del Metaverso. Il Metaverso è ovunque?
- Dalla fantascienza all'avatar;
- L'importanza della user experience nel Metaverso;
- Relazioni tra il Metaverso e il (serious) game design;
- Fare business nel Metaverso.

La multidisciplinarità degli studenti, provenienti da diverse facoltà (medicina, economia, agraria, informatica, giurisprudenza, lingue, ecc.), ha reso le lezioni particolarmente interessanti grazie alla varietà delle prospettive. Gli studenti di informatica sono affascinati dalle tecnologie sottostanti, quelli di marketing e comunicazione dalle nuove professioni introdotte dal Metaverso e dai nuovi modi di comunicare, mentre gli economisti sono interessati ai modelli di business e ai vantaggi competitivi che le aziende possono ottenere utilizzando queste tecnologie, e così via.

Al termine del corso, gli studenti devono superare un esame che, oltre a domande sui temi trattati in classe, richiede di immaginare/proporre, attingendo al proprio background, applicazioni "innovative" del Metaverso. Tra le proposte emerse ci sono idee interessanti per applicazioni nel business del Metaverso e gli studenti proponenti vengono successivamente guidati e supportati a presentare le loro idee ad aziende potenzialmente interessate.

Da ormai tre anni, sia singole lezioni nel Metaverso all'interno di vari corsi che il corso trasversale su e nel Metaverso vengono replicati con successo, confermando l'interesse e il valore formativo di questa esperienza innovativa.

3.3. Risultati

Queste esperienze educative nel Metaverso hanno evidenziato risultati molto positivi sia per gli studenti che per i docenti, in particolare:

- Partecipazione: a differenza delle tradizionali lezioni in presenza alle quali in media partecipa il 70% degli studenti iscritti, tutte le lezioni nel Metaverso hanno visto la partecipazione di tutti gli studenti iscritti con i loro avatar. Inoltre, alcuni studenti degli anni precedenti che avevano già sostenuto l'esame del corso hanno chiesto di poter partecipare. Questo rappresenta un indicatore significativo dell'attuale forte interesse e attenzione verso il Metaverso.
- Didattica: dal punto di vista didattico, per le lezioni individuali sono stati scelti ambienti virtuali che erano strettamente correlati al tema della lezione. Ad esempio, per la lezione del corso di GEOtecnologie riguardante i GPS (Global Positioning Systems), è stato selezionato un ambiente virtuale con una classe all'interno di un satellite che orbitava attorno alla Terra. Durante la lezione, le diapositive del professore e i video correlati vengono proiettati su schermi nella classe. È allestita una stanza dove gli studenti, durante le pause, possono muoversi e interagire con i gemelli digitali di dispositivi GPS, navigatori e altri dispositivi legati al tema della localizzazione. È inoltre presente un istruttore virtuale sviluppato con IA in grado di rispondere ad alcuni quesiti tecnici.

Figura 7: digital twin disassemblato
Fonte: www.techstar.it

- Interazione studente-insegnante: durante le lezioni, c'è un'intensa interazione tra gli studenti e il docente, assolutamente incomparabile con quella delle tradizionali lezioni in presenza. Questo forse indica che, non mostrando i propri volti e mediati dai loro avatar, gli studenti si sentono molto più liberi di intervenire e interagire. È emerso anche che alcuni studenti cambiavano l'aspetto o l'abbigliamento dei loro avatar da una lezione all'altra. Quando è stato chiesto loro il motivo di questi cambiamenti, hanno risposto che dipendeva dal loro umore, dimostrando che molti considerano l'avatar utilizzato come una vera rappresentazione non tanto dell'aspetto fisico, ma del loro stato d'animo, e la loro intenzione era rappresentarlo a coloro con cui avrebbero interagito durante la lezione;
- Analisi dei dati acquisiti durante la lezione: la piattaforma utilizzata permette, tramite una dashboard che impiega tecniche di intelligenza artificiale, l'analisi dei dati relativi alle attività, al sentiment e alle interazioni degli studenti. In questo modo, il docente può capire, per ogni fase/modulo della lezione e per ogni diapositiva o contenuto presentato, il livello di attenzione degli studenti, individualmente e collettivamente, i contenuti di maggiore interesse, le reazioni (sorpresi, soddisfatti, annoiati, ecc.), come le persone si sono mosse all'interno degli spazi e quali luoghi o gemelli digitali hanno suscitato maggiore interesse. Inoltre, la classe virtuale è un luogo persistente; i gruppi di lavoro possono organizzarsi in qualsiasi momento per incontrarsi in quegli spazi, indipendentemente dalla presenza del professore. Gli studenti possono invitare il professore nelle aule per interagire e supportare l'attività. Inoltre, è possibile cono-

scere ed analizzare le dinamiche interne al gruppo, chi è il leader, gli interlocutori preferiti, quanto tempo gli individui hanno parlato e con chi, i principali argomenti discussi, ecc.

Figura 8: videate della dashboard (spostamenti, reazioni, sentiment, interazioni, livello di attenzione)
Fonte: www.techstar.it

È chiaro che gran parte di queste informazioni non può essere acquisita

durante una lezione tradizionale ed è altrettanto chiaro che, grazie a questi dati, il professore può adattare il materiale didattico, cambiare i tempi e il ritmo delle lezioni, integrare informazioni, ecc., migliorando così la propria performance didattica. Naturalmente, per ragioni di privacy, ogni studente può decidere, al momento dell'accesso alla piattaforma, se consentire o vietare alla piattaforma di acquisire i propri dati.

Altri risultati di questo percorso educativo presso l'Università di Udine sono:

- Aumento significativo del numero di tesi sul tema del Metaverso, sia come tecnologia che come applicazioni potenziali: Metaverso nella moda, Metaverso e sport, le nuove professioni del Metaverso, musei e Metaverso, ecc.;
- Visibilità sui media locali e nazionali di questa esperienza, che ha portato diverse università italiane e alcune università straniere a cercare supporto dall'Università di Udine nel processo di introduzione del Metaverso nella loro didattica;
- Alcune organizzazioni industriali, come Confindustria e alcuni parchi scientifici e tecnologici, come l'Area Science Park di Trieste e il Polo Tecnologico Alto Adriatico di Pordenone, hanno organizzato eventi e attività formative utilizzando l'Università di Udine come testimonial.

4. Sfide dell'implementazione del Metaverso nell'educazione

Discutere delle sfide potenziali nell'implementazione del Metaverso nell'educazione, come la formazione degli insegnanti e l'accessibilità, mette in evidenza considerazioni importanti che educatori e responsabili delle politiche devono affrontare per garantire un accesso equo e un'integrazione efficace di queste tecnologie nelle pratiche di insegnamento e apprendimento.

Una delle sfide importanti dell'implementazione del Metaverso nell'educazione è la necessità di formazione e sviluppo professionale degli insegnanti. Molti educatori non possiedono le competenze e l'expertise necessarie per sfruttare efficacemente le piattaforme e le tecnologie del Metaverso nelle loro pratiche didattiche. Programmi di formazione e workshop sono essenziali per familiarizzare gli insegnanti con le capacità del Metaverso e fornire loro le competenze necessarie.

Un'altra sfida è garantire l'accessibilità a tutti gli studenti. Sebbene il Metaverso abbia il potenziale per migliorare le opportunità di apprendimento per molti studenti, presenta anche barriere di accesso per coloro che hanno disabilità o un accesso limitato alla tecnologia. Ad esempio, gli studenti con disabilità visive potrebbero affrontare difficoltà nella navigazione di am-

bienti virtuali, mentre gli studenti con accesso limitato a Internet potrebbero avere difficoltà a partecipare a lezioni virtuali e attività. Garantire l'accessibilità richiede un'attenta considerazione dei principi di progettazione, tra cui la fornitura di formati alternativi per i contenuti e l'eliminazione delle barriere all'accesso per gli studenti con disabilità.

Inoltre, ci sono preoccupazioni riguardo l'equità digitale e l'accesso alla tecnologia tra gli studenti provenienti da contesti svantaggiati. Gli studenti senza accesso a Internet ad alta velocità o senza device dalle caratteristiche adeguate potrebbero non essere in grado di fruire a pieno delle esperienze di apprendimento virtuale, ampliando il divario di rendimento tra studenti di diversi background socioeconomici.

Infine, deve essere posta una grande attenzione al tema della privacy. Gli ambienti virtuali raccolgono enormi quantità di dati sulle interazioni e i comportamenti degli studenti, sollevando interrogativi sulla privacy dei dati, la sicurezza e l'autonomia degli studenti. Educatori e responsabili delle politiche devono implementare forti misure di protezione dei dati e normative sulla privacy. Inoltre, è necessario educare gli studenti alla cittadinanza digitale e all'uso responsabile della tecnologia per promuovere comportamenti sicuri ed etici negli ambienti virtuali.

5. Conclusioni

Le riflessioni sull'importanza e sul futuro dell'uso del Metaverso nell'educazione invitano a un'esplorazione più approfondita della capacità di questa tecnologia di influenzare il futuro dell'istruzione.

In primo luogo, è fondamentale riconoscere l'importanza del Metaverso nell'offrire esperienze di apprendimento immersive, interattive e personalizzate. Queste hanno la capacità di migliorare l'engagement, la motivazione e la *retention* degli studenti, facilitando una comprensione più profonda dei contenuti del corso e incoraggiando l'apprendimento continuo durante tutta la vita.

Con l'evoluzione della tecnologia, vedremo ulteriori miglioramenti negli strumenti e nelle piattaforme educative basate sul Metaverso. Questi progressi potrebbero includere ambienti virtuali più sofisticati, funzionalità di collaborazione avanzate e integrazione senza soluzione di continuità con altri strumenti e risorse digitali.

Inoltre, il Metaverso potrebbe trasformare gli approcci educativi tradizionali smantellando le limitazioni geografiche e ampliando la portata delle opportunità di apprendimento. Le aule virtuali e le piattaforme online alimentate dal Metaverso hanno la capacità di connettere studenti ed educatori in

tutto il mondo, incoraggiando la cooperazione globale e lo scambio culturale. Questa democratizzazione dell'educazione potrebbe dare la possibilità a individui di diverse origini e fasce di età di perseguire le proprie ambizioni educative.

Il futuro dell'educazione basata sul Metaverso apre entusiasmanti possibilità per la ricerca interdisciplinare e l'innovazione. Ricercatori ed educatori possono esplorare nuovi approcci pedagogici, strategie di progettazione didattica e metodi di valutazione che sfruttano le caratteristiche uniche degli ambienti virtuali. Questa collaborazione interdisciplinare può stimolare progressi in campi come la scienza cognitiva, l'informatica e la psicologia dell'educazione, portando a nuove intuizioni e migliori pratiche per l'apprendimento basato sul Metaverso.

Inoltre, il futuro dell'educazione basata sul Metaverso presenta opportunità di partnership e collaborazione tra il mondo accademico, l'industria e il governo. Riunendo attori di settori diversi, possiamo sfruttare le competenze collettive e le risorse per affrontare le sfide urgenti nell'educazione e promuovere l'innovazione nello sviluppo e nell'implementazione delle tecnologie del Metaverso.

Per gli educatori, le istituzioni educative e i ricercatori interessati a esplorare ulteriormente il campo dell'educazione basata sul Metaverso, ci sono diverse raccomandazioni chiave da considerare. In primo luogo, gli educatori dovrebbero dare priorità allo sviluppo professionale continuo e alla formazione per familiarizzare con le tecnologie del Metaverso e gli approcci pedagogici. Workshop, corsi online e conferenze focalizzati su realtà virtuale (VR), realtà aumentata (AR) e apprendimento immersivo possono fornire intuizioni preziose e competenze necessarie per una corretta implementazione. Le istituzioni possono anche trarre vantaggio dall'istituzione di programmi pilota per esplorare la fattibilità e l'efficacia delle iniziative educative basate sul Metaverso. Iniziando con progetti o esperimenti su piccola scala, educatori e amministratori possono valutare i potenziali benefici e le sfide dell'integrazione del Metaverso nelle pratiche di insegnamento e apprendimento.

La valutazione continua è fondamentale per monitorare l'efficacia e l'impatto delle iniziative educative basate sul Metaverso. I ricercatori possono collaborare con gli educatori per condurre studi empirici e valutazioni, raccogliendo dati sui risultati degli studenti, sui livelli di coinvolgimento e sulle esperienze di apprendimento.

Condividere le migliori pratiche, casi di studio e lezioni apprese dalle iniziative educative basate sul Metaverso è essenziale per far progredire il campo e informare la ricerca. Educatori, istituzioni e ricercatori dovrebbero contribuire attivamente alla conoscenza collettiva e all'avanzamento dell'e-

ducazione basata sul Metaverso condividendo le loro esperienze e intuizioni con la comunità educativa più ampia.

Riferimenti bibliografici

Augmented Reality for Development and Education (ARDE). (2020). *ARDE – Augmented Reality for Development and Education*. https://arde.education/

Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science, 323*(5910), 66-69. https://doi.org/10.1126/science.1167311

Google (2021). *Google Expeditions*. https://edu.google.com/products/expeditions/?modal_active=none

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2019). *NMC Horizon Report: 2019 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.

Ke, F. (2016). Designing and integrating purposeful learning in game play: A systematic review. *Educational Technology Research and Development, 64*(2), 219-244. https://doi.org/10.1007/s11423-015-9418-1

Minecraft: Education Edition (2021). *About Minecraft: Education Edition*. https://education.minecraft.net/

Oculus Education (2021). *Oculus Education*. https://www.oculus.com/education/

Roblox Education (2021). *Roblox Education*. https://education.roblox.com/

Second Life (2021). *About Second Life*. https://secondlife.com/whatis/

Virtual Reality Society (2021). *What is Virtual Reality?* https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html

Cartografia e Metaverso

di Andrea Favretto*

1. Introduzione

Il Metaverso è un termine di grande attualità, il cui significato forse non è sempre chiaro nei vari contesti in cui esso viene menzionato. La paternità è comunemente attribuita ad uno scrittore di fantascienza, Neal Stephenson, che nel 1992 coniò il vocabolo nel suo *Snow Crash*. Vale la pena riportare la definizione fornita da Stephenson nel suo visionario romanzo:

"*Disegnando un'immagine leggermente diversa di fronte a ognuno degli occhi è possibile creare un effetto tridimensionale. Cambiando l'immagine settantadue volte al secondo si genera l'impressione del movimento. Disegnando l'immagine tridimensionale in movimento a una risoluzione di 2K pixel per lato si raggiunge il massimo grado di nitidezza percepibile a occhio nudo e pompando il suono di uno stereo digitale nei piccoli auricolari è possibile dotare le immagini tridimensionali in movimento di una perfetta colonna sonora. Quindi, Hiro non è affatto lì dove si trova, bensì in un universo generato dal computer che la macchina sta disegnando sui suoi occhialoni e pompando negli auricolari. Nel gergo del settore, questo luogo immaginario viene chiamato Metaverso. Hiro trascorre molto tempo nel Metaverso. Lo aiuta a dimenticare la vita di merda del D-Posit*".

Considerato inizialmente un mezzo per fuggire da una realtà avversa, il concetto è venuto alla ribalta alla fine del 2021, quando Mark Zuckerberg fondò Meta Platform Inc., la multinazionale che controlla i suoi servizi Web (Oculus, WhatsApp, Messenger, Instagram e Facebook). Anche se resta sempre il dubbio che ci siano state motivazioni economiche per la suddetta operazione[1], Meta, nelle parole del suo fondatore, dovrebbe segnare l'inizio di una nuova era per Facebook e, addirittura, per l'intera Internet

* Dipartimento di Studi Umanistici, Università degli Studi di Trieste, afavretto@units.it

[1] Larry Page e Sergey Brin, nel 2015, hanno creato la holding conglomerato Alphabet, nella quale è finita Google.

(https://about.fb.com/news/2021/10/founders-letter/). Tale ambizioso risultato sarebbe raggiunto mettendo a disposizione degli utenti un insieme di spazi digitali ove potersi muovere liberamente per lavorare, giocare, imparare e (guarda caso), fare acquisti (https://about.meta.com/it/what-is-the-metaverse/).

Esiste pure una "roadmap al Metaverso"[2], considerato come una rete di mondi virtuali in 3D, dedicati alle connessioni interpersonali (Cheng *et al*., 2022), in un modello sociale ibrido, reale e virtuale. ASF (Acceleration Studies Foundation) considera il Metaverso una convergenza della realtà fisica, potenziata virtualmente, con uno spazio virtuale, fisicamente persistente (Smart *et al*., 2007). Sempre secondo ASF, il futuro del Metaverso poggia su quattro componenti chiave:

1. Mondi virtuali. Ci si riferisce generalmente alla creazione di un mondo virtuale multi-utente, dove i partecipanti possano fare esperienze virtuali in ambienti digitali, utilizzando un avatar. Tale proiezione dell'utente sarebbe addirittura in grado di simulare la propriocezione dell'individuo, ovvero di far sentire all'utente la posizione del suo corpo nel mondo virtuale. In tale ottica immersiva, l'utente potrebbe essere in grado di utilizzare anche altri insospettabili sensi, quali il tatto, l'olfatto ed il gusto.
2. Mondi specchio. Come si intuisce dal termine, tali mondi sono rappresentazioni digitali del mondo fisico. Qui possiamo ravvisare un collegamento con la cartografia, o meglio con i Sistemi Informativi Geografici (GIS). Come è noto, tali strumenti informatici sono in grado di "arricchire" una rappresentazione del territorio con dati attributo. I dati attributo possono anche essere multimediali, ovvero assumere sembianze diverse da una riga di testo in una finestra pop-up.
3. Realtà aumentata. Qui le tecnologie collegate al Metaverso migliorano la comprensione del mondo reale, sovrapponendovi elementi multimediali collegati alla conoscenza della posizione dell'utente nel mondo reale (attraverso i sistemi di navigazione GNSS – Global Navigation Satellite System).
4. Lifelogging. Tale componente si riferisce alla capacità del Metaverso di memorizzare e far accedere l'utente a tutta una serie di informazioni ed esperienze pregresse, opportunamente conservate in un database di facile accesso[3].

[2] ASF (Acceleration Studies Foundation), un gruppo di ricerca senza fini di lucro, ha annunciato nel 2006 il suo Metaverse Roadmap Project (MVR), con lo scopo di sviluppare un Web in 3D (https://www.metaverseroadmap.accelerating.org/press.html#projectannouncement).

[3] Nel suo libro del 1995 (riedito nel 1997), Bill Gates aveva definito tale possibilità: "*vita documentata*".

2. Mondi specchio (Mirror world)

2.1. GIS

I Sistemi Informativi Geografici sono nati ben prima che si iniziasse a parlare di Metaverso[4] ed hanno avuto una prima decisa accelerazione alla fine degli anni Ottanta del secolo scorso, grazie al collegamento della grafica computerizzata ai database relazionali. Quando gli ideatori dei mondi specchio si sono accorti dell'esistenza dei GIS, hanno subito ridefiniti questi ultimi in tal modo, riducendo (un po' superficialmente), il primo GIS canadese a "*government-built public resources*" e le successive, evolute versioni dei software GIS sui desktop computer di fine anni Ottanta, a "*expensive proprietary pre-Internet systems*", citando a tal riguardo ESRI (Smart et alii, 2007). È riduttivo pensare che i GIS nei primi anni Novanta fossero solamente ArcGIS di ESRI, in quanto erano già presenti diversi concorrenti commerciali (MapInfo e Geomedia, tanto per citare i due più famosi) ma anche dei solidi prodotti open source (GRASS, per esempio), che però giravano prevalentemente su macchine Unix e pc desktop con sistema operativo Linux. Il Web ed il suo primo tumultuoso sviluppo dovevano ancora venire[5] e con essi la distribuzione della cartografia ad un grande numero di utenti.

Dalla seconda metà degli anni Novanta in poi i WebGIS hanno avuto una grande diffusione, divenendo un canale informativo relativamente a basso costo per progetti di ricerca e per le attività di organizzazioni pubbliche e private operanti sul territorio. Le funzionalità disponibili non erano (e non sono tutt'ora) a livello di un software GIS non orientato al Web. Si trattava prevalentemente di query alla base dei dati, gestite da un'interfaccia grafica (GUI – Graphical User Interface) e scelte da un dominio di valori precaricato o, nei casi più sofisticati, scritte dall'utente. Il database sottoposto a query non era necessariamente organizzato in modo relazionale. Ciò inevitabilmente condizionava l'efficienza del WebGIS e rendeva più macchinose tutte le operazioni di aggiornamento dei dati. Va però osservato che molto spesso il sito Web non restava attivo per un lungo periodo perché il progetto che lo aveva realizzato poteva non venir rifinanziato. Altro discorso va ovviamente fatto per le organizzazioni pubbliche che operano sul territorio. Prendiamo

[4] Il Canadian Geographic Information System è stato sviluppato nella seconda metà degli anni Sessanta del secolo scorso dal governo canadese (si veda, fra i tanti, Favretto, 2006).

[5] Nel 1989 il fisico inglese Tim Berners-Lee pubblicò, sotto forma di articolo scientifico, la sua idea per una condivisione automatica delle informazioni verso università e istituti di ricerca di tutto il mondo, collegati dalla rete. Non brevettare tale idea si rivelò una politica vincente, in grado di attirare il lavoro di informatici di tutto il mondo, per un veloce sviluppo delle funzionalità del nuovo servizio di Internet.

ad esempio l'ISTAT, che offre tutta una serie di rappresentazioni cartografiche interattive preconfezionate (https://www.istat.it/dati/infografiche-e-grafici/rappresentazioni-cartografiche/). Particolarmente interessante è inoltre il suo portale GIS, che permette di scegliere diversi tematismi e soprattutto di collegarsi a GISTAT viewer, in grado di elaborare cartograficamente anche dati registrati sul pc dell'utente (https://gisportal.istat.it/IstatViewer/).

La tecnologia alla base del funzionamento dei WebGIS sfrutta l'evoluzione di html, il linguaggio di marcatura per la costruzione degli ipertesti Web, arrivato oggi alla sua quinta versione (si veda: World Wide Web Consortium - W3C[6] - https://www.w3.org/standards/). La necessità di arricchire le pagine Web di sempre nuove funzioni ha incrementato le modifiche grafiche possibili sulle stesse, attraverso i fogli di stile CSS (Cascading Style Sheets – si veda: https://www.w3schools.com/css/), ed ha pure aggiunto ad esse elementi dinamici, grazie alla programmazione JavaScript[7].

Anche se il Web è forse l'ambiente più consono alla divulgazione dei mondi specchio, soprattutto per la facilità con cui raggiunge un grande numero di utenti, gli esempi più eclatanti di mondi virtuali a servizio delle analisi territoriali sono legati agli ambienti GIS non collegati alla rete.

Se consideriamo un GIS come un sistema informativo con capacità di elaborazione di dati geografici, ovvero un geodatabase dotato di un software evoluto, in grado di elaborare anche i dati grafici, possiamo considerare i modelli virtuali come un ulteriore elemento multimediale, da conservare nella banca dati. In altre parole, l'archivio digitale sarà composto da elementi georiferiti, ovvero le strutture raster e vettoriali dei dati grafici, dai dati attributo, collegati ai dati georiferiti (testi, immagini, grafici, filmati, registrazioni vocali e quant'altro) ma anche dalle cosiddette Immersive Virtual Reality (IVR), integrate ai dati grafici in quanto anch'esse georiferite nello stesso sistema di coordinate.

IVR è anche un nuovo approccio per lo studio geologico del territorio, descritto da Tibaldi *et al.* nel 2020, in grado di generare una realtà virtuale immersiva sulla base di un modello 3D del mondo reale, costruito con immagini trattate con tecniche fotogrammetriche. Attraverso un software

[6] Il consorzio World Wide Web (W3C) è un'organizzazione internazionale senza scopo di lucro, che si occupa di sviluppare gli standard informatici per il Web. È stato fondato da Tim Berners-Lee nel 1994.

[7] Javascript è il principale linguaggio di programmazione per lo sviluppo di applicazioni Web. Esso può venir implementato sulle pagine html, rendendo in tal modo una pagina Web in grado di eseguire del codice. Inoltre, è in grado di richiamare librerie di software in rete e, in tal modo, far eseguire mediante un semplice browser funzionalità molto sofisticate (si veda, ad esempio, Favretto, 2016).

dedicato[8] è possibile costruire, utilizzando punti, linee, poligoni e immagini (mosaicate ma anche usate per la tessitura degli elementi vettoriali), un modello 3D di un'area allo studio che, essendo georiferito, può facilmente essere integrato nel geodatabase. Tale metodo è stato utilizzato con successo in campo geologico per lo studio di un'area vulcanica nell'isola di Santorini (Antoniou *et al.*, 2020).

2.2. Geobrowser

Un geobrowser è un software che permette di visualizzare cartografia e immagini telerilevate. Tutti i layer (sia raster che vettoriali) sono georiferiti in un sistema di coordinate non proiettato, che restituisce pertanto posizioni espresse in coordinate angolari (lat/long). Questo, insieme all'uso di modelli digitali del terreno in formato raster, gli conferisce la capacità di visualizzare le immagini telerilevate in tre dimensioni, rendendolo un perfetto candidato per il Metaverso. Chi volesse esplorare la dimensione storica di tale prodotto informatico, può andarsi a vedere il concetto di Digital Earth, formulato da Al Gore nel lontano 1998 negli USA ma internazionalizzatosi subito dopo e, soprattutto, trasferitosi al settore privato nei primi anni del secolo corrente (si veda, fra i molti, Favretto, 2016). Un geobrowser va generalmente[9] installato sul proprio pc (o smartphone). Questo lo differenzia, anche operativamente, da prodotti come Bing o Google Maps, raggiungibili attraverso un comune browser Web, che visualizzano le loro basi cartografiche o telerilevate in 2 dimensioni.

Il più diffuso geobrowser è attualmente Google Earth, lanciato da Google nel 2005 insieme a Google Maps. Esistono delle alternative, soprattutto quelle gestite rispettivamente da NASA (WorldWind) e da ESRI (ArcExplorer e ArcGIS OnLine). In questa sede si ricorderanno brevemente gli effetti 3D disponibili su ArcGIS OnLine e Google Earth, indubbiamente i due applicativi più intuitivi e di pronto utilizzo.

ArcGIS OnLine è un software cosiddetto SaaS (Software as a Service), accessibile tramite un comune software browser in modalità Cloud Computing[10], che permette la visualizzazione di contributi dell'utente (ad esempio

[8] GeaVR è un software open source che contiene strumenti per lo studio e la mappatura di strutture geologiche in realtà virtuale immersiva (IVR – si veda: Bonali *et al*., 2024 e https://www.geavr.eu/).

[9] Esiste un unico geobrowser che funziona in un ambiente Java e che quindi non prevede l'installazione di un eseguibile, ovvero NASA WorldWind.

[10] Cloud Computing è una modalità di fruizione di risorse informatiche (processori, memoria di massa e software) che provengono dalla rete. Letteralmente significa informatica

carte tematiche costruite elaborando dati dell'utente) su una base cartografica o telerilevata. Si tratta della stessa struttura di Google Maps, con la differenza che le possibilità di utilizzare dati propri è molto più estesa. È infatti possibile georiferire sulle basi cartografiche (o telerilevate) anche esperienze di realtà virtuale (360 VR Experiences - https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/help-create-360vr.htm). ArcGIS Online è un prodotto evoluto e sofisticato, per l'uso del quale, in una modalità completa, è necessario pagare un canone annuale ad ESRI. Appartiene alla famiglia dei WebGIS; la sua caratteristica di poter utilizzare sia sistemi di coordinate geografiche (Global scene) che metriche (Local scene) lo pongono tuttavia in una posizione intermedia fra GIS e geobrowser. Come esempio delle potenzialità del software, si vedano le Figure 1 e 2. La Figura 1 mostra una scena globale con degli istogrammi relativi alla popolazione di alcune città nel mondo mentre la Figura 2 mostra una VR 360, che simula la visuale di un utente posto sulla sommità del monte Everest. I due riquadri di Figura 2 rappresentano una rotazione di circa 120 gradi (si noti la sommità dello stesso monte, nella parte centrale, racchiusa da un'ellisse).

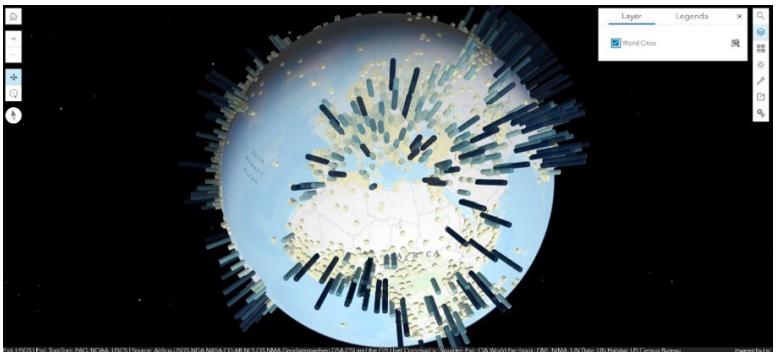

Figura 1: Popolazione di alcune città nel mondo
Fonte: https://www.esri.com/it-it/arcgis/products/arcgis-online/overview

Figura 2: ArcGIS OnLine: VR360 Mount Everest; rotazione di ca 120 gradi
Fonte: https://www.arcgis.com/apps/360vr/index.html

basata sulla nuvola (metafora di Internet). L'utente collegato alla rete ne utilizza le risorse pagandole come un servizio e non come un prodotto (cosiddetto "pay per use").

Google Earth è il geobrowser maggiormente orientato agli "effetti speciali" in 3D. Il software, infatti, si è da subito distinto per la sua capacità di vedere la morfologia terrestre da un punto di vista non ortogonale al terreno. Infatti, grazie all'attivazione del layer "rilievo", un modello digitale del terreno viene posizionato sotto la base telerilevata. In tal modo, diminuendo l'angolo di visualizzazione dai 90 gradi di default, si può apprezzare l'elevarsi di colline e montagne, scendere verso (e dentro) valli e canyon, ecc. Naturalmente è possibile anche spostare il punto di vista, riuscendo in tal modo ad osservare una montagna da tutti i punti cardinali. Per quanto riguarda invece i centri abitati, la storia di Google e la terza dimensione iniziò già nel 2006, con l'acquisto di @LastSoftware, famosa per il suo SketchUp (https://www.sketchupitalia.it/). Tale applicativo era un intuitivo strumento di modellazione 3D, la cui versatilità e semplicità gli avevano fatto vincere il Community Choice Award già alla sua prima fiera statunitense, nel 2000.

Con il plug-in SketchUp di GE fu da subito possibile costruire edifici in 3D, colorarli con tessiture realistiche e posizionarli sulle immagini ad alta risoluzione (previo un controllo di qualità di Google stessa). In questo modo, sorsero velocemente delle vere e proprie città in 3D, a cura degli utenti. Gli edifici erano visualizzabili attivando il relativo livello ed apparivano sovrapposti alle ortofoto delle maggiori città del globo. Come per i rilievi, era possibile variare angolo di visualizzazione e punto di vista, creando un suggestivo "effetto presenza" dell'utente al suolo. Dal 2010 le città di SketchUp sono state progressivamente sostituite da una modellizzazione urbana in 3D, realizzata da foto aeree ad altissima risoluzione, riprese da diverse angolazioni e poi elaborate da algoritmi basati sull'intelligenza artificiale. In tal modo, sono state create mappe di profondità che, integrate fra loro (mesh) e con aggiunta la tessitura (desunta dalle foto), forniscono l'impressionante risultato (https://blog.google/products/earth/google-earths-incredible-3d-imagery-explained/). A tutto ciò dobbiamo aggiungere anche le viste panoramiche a 360 gradi (in orizzontale) e 160 gradi (in verticale) di Street View. Si tratta di un servizio introdotto nel 2007, che permette di vedere le città al livello del terreno, trascinando un piccolo avatar arancione dallo spazio mappa alla zona che si desidera visitare. Mediante il cursore è possibile spostarsi nelle vie, con il riferimento della propria posizione nello spazio (espressa in lat/long) e dell'elevazione dal livello del suolo (https://www.google.com/intl/it_in/earth/education/tools/street-view/).

L'ultima novità proposta (e attualmente in funzione per un ristretto numero di grandi città) è quella di dotare Street View (in Google Maps), della possibilità di esplorare interattivamente il proprio percorso virtuale, mediante dei segnaposto. Camminando virtualmente nelle vie della città si possono ad esempio conoscere gli orari di apertura di ristoranti e negozi, insieme

ad altre informazioni loro collegate (magari sul menù offerto). Il nuovo servizio viene chiamato "Street View immersivo" ed è stato definito un assaggio di Metaverso, alla portata di milioni di utenti senza bisogno di attrezzature dedicate (https://www.barrons.com/news/google-s-immersive-street-view-could-be-glimpse-of-metaverse-01662096309).

3. Conclusioni

Delle quattro componenti che ASL considera importanti per il futuro del Metaverso, si sono analizzati punti di eventuale contatto fra i mondi specchio e la cartografia.

Per la loro peculiarità di offrire un modello virtuale del mondo reale utilizzando diversi media, i mondi specchio si possono accomunare ai GIS, nati ben prima del termine Metaverso e utilizzati con successo a supporto delle analisi del territorio. In una tale ottica, gli ambienti 3D immersivi possono essere considerati una tipologia dei dati attributo, memorizzati nei database collegati ai GIS (geodatabase). La georeferenziazione di tali ambienti immersivi non sembra essere una condizione "*sine qua non*" per il loro utilizzo, visto che gli stessi possono essere richiamati da query grafiche in determinati punti della carta (che sono georiferiti). Degli esempi citati, Street View di Google Earth è l'unico ambiente immersivo che fornisce all'utente la sua posizione virtuale sotto forma di coordinate (la lat/long del cursore, in basso a destra dello spazio mappa). Pur essendo una pregevole funzionalità del software, non si pensa sia molto conosciuta (e utilizzata) dagli utenti non specializzati (che sono la gran parte degli utilizzatori di GE). Viste le sue limitate possibilità applicative concrete, la stessa risulta essere un mero esercizio di calcolo anche per gli utenti con una maggiore esperienza, che sicuramente non utilizzano GE per le loro attività professionali.

Si pensa infine che sia macchinoso (e poco corretto) cercare di collegare degli ambienti 3D alla carta geografica (o a qualunque rappresentazione planimetrica del territorio), per la palese incoerenza di voler rappresentare tre dimensioni in un supporto che ne ha solamente due. L'unico compromesso adottabile è quello di inserire tali realtà virtuali in ambiente GIS, considerandoli una tipologia di dati attributo.

Riferimenti bibliografici

Antoniou, V., Bonali, F. L., Nomikou, P., Tibaldi, A., Melissinos, P., Pasquaré Mariotto, F., Vitello, F. R., Krokos, M., & Whitworth, M. (2020). Integrating virtual reality and GIS tools for geological mapping, data collection and analysis: An example from the Metaxa

Mine, Santorini (Greece). *Applied Sciences, 10*, 8317. https://doi.org/10.3390/app10238317

Berners-Lee, T. (1989). *Information management: A proposal*. CERN. https://cds.cern.ch/record/369245/files/dd-89-001.pdf

Bonali, F. L., Vitello, F., Kearl, M., Tibaldi, A., Whitworth, M., Antoniou, V., Russo, E., Delage, E., Nomikou, P., Becciani, U., van Wyk de Vries, B., & Krokos, M. (2024). GeaVR: An open-source tools package for geological-structural exploration and data collection using immersive virtual reality. *Applied Computing and Geosciences, 21*, 100156.

Cheng, S., Zhang, Y., Li, X., Yang, L., Yuan, X., & Li, S. Z. (2022). Roadmap toward the metaverse: An AI perspective. *The Innovation, 3*(5), 100293. https://doi.org/10.1016/j.xinn.2022.100293

Favretto, A. (2006). *Strumenti per l'analisi geografica. GIS e Telerilevamento*. Patron.

Favretto, A. (2016). *Cartografia nelle nuvole*. Patron.

Gates, B. (1995). *The road ahead*. Viking.

Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). *Metaverse Roadmap Overview (2007-2025): A cross-industry public foresight project*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30365.18406

Stephenson, N. (2022). *Snow crash*. Mondadori.

Tibaldi, A., Bonali, F. L., Vitello, F., Delage, E., Nomikou, P., Antoniou, V., Becciani, U., van Wyk de Vries, B., Krokos, M., & Whitworth, M. (2020). Real world-based immersive virtual reality for research, teaching and communication in volcanology. *Bulletin of Volcanology, 82*, 38. https://doi.org/10.1007/s00445-020-01376-6

Fortnite, Towards the Metaverse and Beyond: revisione della letteratura sul rapporto tra spazio virtuale, realtà ed educazione dei bambini

di Mario Imperioso*

1. Introduzione

I "Playful Spaces" si sono manifestati in varie forme nel corso della storia. Inizialmente confinati ai regni fisici, nei tempi contemporanei hanno abbracciato anche il dominio virtuale. Con l'avvento delle tecnologie avanzate di realtà virtuale e aumentata, è emerso il Metaverso. Tra le sue molteplici dimensioni, come nuovo spazio geografico da esplorare, esso si è ampliato fino a includere ambienti ludici virtuali.

In questo contesto, Fortnite si configura come un Metaworld all'interno del Metaverso, presentando vari modelli di gioco e fungendo da punto di incontro globale per i giovani. Questo Metaworld è emerso come uno spazio ludico virtuale dotato di caratteristiche uniche e di una gestione degli utenti ben definita. Inoltre, in questo spazio, essi costruiscono una comunità in cui trovano riflessione e crescita, sia nella loro ricerca di trionfo in una modalità Battle Royale sia nello scatenare la propria creatività attraverso la modalità creativa dedicata. Inoltre, i bambini navigano in questi spazi, creando dinamiche e relazioni specifiche con gli ambienti virtuali, analoghe a quelle sviluppate in ambienti fisici. Queste connessioni rimangono visceralmente legate agli spazi virtuali, rendendo necessaria un'esplorazione più approfondita.

Allo stesso modo, comprendere il modo in cui i bambini si relazionano a questi spazi e come vengono educati al loro interno è essenziale. Pertanto, con l'obiettivo di acquisire tali informazioni e contribuire alla conoscenza in questo ambito, la ricerca si propone di condurre un'analisi della letteratura su questi spazi, con un focus specifico su Fortnite. Successivamente, verrà

* Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da ULisboa (IGOT), Universidade de Lisboa, imperiosomario@gmail.com

posta attenzione sui bambini come attori principali e sull'esplorazione dei contenuti. Infine, la ricerca analizza il ruolo svolto da Fortnite nell'educazione dei bambini.

1.1. Rilevanza dello studio della geografia umana e virtuale

Per discutere la rilevanza del Metaverso e di Fortnite negli studi geografici, è necessario comprendere innanzitutto la geografia virtuale, che esplora lo spazio come etereo all'interno dei computer e il suo impatto sugli spazi fisici. In questo contesto, Batty (1997) ha identificato tre strutture fondamentali: cspace (lo spazio all'interno dei computer), cyberspace (la comunicazione) e cyberplace (l'infrastruttura digitale), formando ciò che Castells definisce "virtualità reale" (Batty, 1997). In particolare, il cyberplace rimodella gli ambienti urbani sostituendo le tecnologie analogiche con quelle digitali (Batty, 1997; Boos, 2017). Inoltre, il concetto di spazialità è essenziale per comprendere il cyberspazio, sebbene la portata delle sue implicazioni geografiche sia ancora oggetto di dibattito (Kitchin, 1998; Kollock & Smith, 2002; Diaz *et al*., 2020). Infatti, mentre alcuni sostengono che il cyberspazio riduca l'importanza della geografia, altri affermano che geografia e tempo continuano a essere rilevanti, seppur in forme nuove (Kitchin, 1998; Boellstorff, 2015).

Date queste premesse, bisogna dire che gli spazi virtuali non sono semplici simulazioni. Essi, infatti, sono ambienti unici e con una specifica rilevanza geografica, nonché un impatto significativo sulle interazioni umane (Zook & Graham, 2007). Il Metaverso, inoltre, come fase avanzata della realtà virtuale, riflette, migliora o altera il mondo fisico, formando nuove relazioni spaziali e interazioni sfidando i concetti geografici tradizionali attraverso confini fluidi e norme sociali dinamiche (Zook & Graham, 2007; Hamurcu, 2022). Tale ambiente immersivo consente l'esplorazione, la comunicazione e la costruzione dell'identità, trasformando la comprensione di spazio e luogo (Graham, 1998).

Lo studio delle interazioni sociali all'interno del Metaverso rivela infatti come le relazioni spaziali si sviluppino e si intrecciano con le dinamiche sociali (Kitchin & Leszczynski, 2018), offrendo intuizioni sull'influenza delle tecnologie dell'informazione nella percezione e nell'esperienza dello spazio (Robins & Hepworth, 1988; Graham, 1998). L'analisi geografica del Metaverso evidenzia inoltre le dinamiche di potere, controllo e accesso, mettendo in luce disuguaglianze spaziali e sociali nei contesti digitali (Graham, 1998; Hamurcu, 2022). Infine, il Metaverso offre un campo ricco per esplorare l'interazione tra tecnologia, spazio e società (Graham, 1998).

1.2. Quadro concettuale: Playful Spaces fra "Real and Virtual"

I Playful Spaces, definiti come ambienti interattivi che promuovono l'apprendimento e il coinvolgimento attraverso esperienze piacevoli, sono particolarmente efficaci nei settori dell'educazione e della sanità, favorendo la comprensione e l'espressione emotiva (Fleury & Quatrini, 2004; Hayes *et al*., 2013; Jonals *et al.,* 2013). In contesti urbani, tali spazi migliorano le aree pubbliche incentivando la creatività, l'interazione e il senso di comunità (Barbosa *et al*., 2017; Whitton, 2018; Tieben *et al*., 2014). Gli spazi "aumentati" e virtuali, come quelli esemplificati dal Metaverso, sfruttano le tecnologie di gioco e immersive per potenziare le abilità sociali e cognitive, promuovendo al contempo identità e comunità (Arnab, 2016; Langbehn *et al*., 2020).

Gli ambienti virtuali trascendono lo spazio fisico e richiedono input multimodali e funzionalità di sicurezza, con gli avatar che svolgono un ruolo centrale nelle interazioni degli utenti (Kumar *et al.,* 2008; Dionisio *et al.*, 2013). La geografia offre una lente critica per esplorare le dinamiche sociospaziali del cyberspazio, evidenziando l'influenza sulle strutture economiche e culturali (Kitchin, 1998; Graham, 1998). Gli spazi virtuali, come Fortnite, operano come territori geografici, offrendo opportunità educative e di sviluppo a milioni di utenti, in particolare ai bambini (Adipat *et al.*, 2021; Antero, 2022).

2. Fortnite

Sviluppando quanto già affermato, è necessario comprendere il modo in cui i bambini e gli utenti minorenni si relazionano a questi tipi di spazi e come vengano educati attraverso di essi, con Fortnite come caso specifico. Per avanzare in questa direzione, inizialmente verrà condotta una revisione della letteratura con Fortnite come argomento centrale e i minori come soggetto di studio. Successivamente, la ricerca procederà con un'analisi dei contenuti del Metaworld e del suo scopo educativo.

2.1. Revisione della letteratura

Nella letteratura, Fortnite è stato considerato un precursore delle attuali piattaforme del Metaverso, combinando elementi di gioco con aspetti sociali ed educativi come sono conosciuti oggi (Dwivedi et al., 2022; Gent, 2022; Wiederhold, 2022). Tuttavia, nel 2021 Fortnite è stato definito un Metaverso dal fondatore di Epic Games, la compagnia che ha creato questa piattaforma

insieme a People Can Fly (Seidel *et al*., 2022). Fino ad ora, nella letteratura è emersa una certa confusione su una definizione più chiara di Fortnite come Metaverso.

La letteratura offre tuttavia meno informazioni sul contenuto di Fortnite. Lanciato nel 2017 e sviluppato da Epic Games, è considerato uno dei giochi più popolari del periodo contemporaneo (Marlatt, 2020). Si tratta di un gioco free-to-play accessibile da PC, PS4, Xbox, Nintendo Switch e dispositivi mobili. In particolare, Fortnite si caratterizza come un gioco di battaglia in stile cartone animato, in cui partecipando alla modalità Battle Royale, cento giocatori si ritrovano su una mappa dove possono sfidarsi con armi e costruendo muri e barriere, fino a che non rimane un solo giocatore in gioco (Marlatt, 2020). Questo Metaworld, che sarà oggetto dell'analisi dei contenuti, è anche caratterizzato da un approccio umoristico alle battaglie, minimizzando e rendendole più strategiche, evitando contenuti violenti o graficamente di forte impatto (Palmeri & Pendleton, 2018).

Inoltre, Fortnite basa la sua monetizzazione sull'acquisto di skin particolari o battle pass (Joseph, 2021). Spesso Fortnite collabora con marchi per introdurre skin che fanno riferimento a personaggi popolari sulla sua piattaforma e ospitando grandi eventi (Li *et al.,* 2020).

2.2. Analisi dei contenuti e finalità di Fortnite tra bambini e la loro educazione

In Fortnite, gli utenti possono selezionare personaggi e accedere a diverse modalità di gioco, come Battle Royale, Zero Builds, Creative Mode e Save the World. La modalità Battle Royale coinvolge i giocatori in una battaglia fino a che ne rimane solo uno, con aggiornamenti frequenti ogni 65 giorni (The Fortnite 2020 Team). Nella modalità Creative, i giocatori possono progettare e condividere i propri giochi con un massimo di 16 partecipanti, mentre Save the World propone un gameplay cooperativo contro mostri in un ambiente distruttibile (Starting Out in Fortnite Creative, n.d.; Staff, 2022; The Storm | Fortnite Wiki | Fandom, n.d.).

Le ricerche indicano che Fortnite promuove comportamenti prosociali nei bambini, in particolare attraverso il lavoro di squadra nelle modalità Save the World e Creative Mode, dove comunicazione, risoluzione dei conflitti e cooperazione sono fondamentali (Shoshani & Krauskopf, 2021). Inoltre, la modalità Creative è stata utilizzata per insegnare concetti scientifici e matematici, consentendo ai giocatori di creare strutture complesse e simulare dinamiche fisiche (Dietrich, 2020).

2.3. Fortnite e bambini

Questo Metaworld coinvolge i minori in modi diversi. Fortnite favorisce connessioni sociali tra i bambini, specialmente durante periodi di isolamento come la pandemia di COVID-19, permettendo loro di partecipare a varie modalità di gioco e interazioni virtuali (Navarro, 2020). Inoltre, il gioco è stato descritto come un fenomeno sociale che modella il modo in cui i bambini interagiscono, offrendo un ambiente digitale per lo scambio e la formazione di legami sociali, con implicazioni sulle dinamiche faccia a faccia (Andrade & Ferreira, 2021).

Il design di Fortnite, che include narrazione interattiva, spazi per espressione e creatività multipiattaforma, rappresenta un'evoluzione nel settore videoludico, influenzando il gioco infantile e le interazioni sociali (Iranzo *et al.*, 2019; Andrade & Ferreira, 2021). La struttura stagionale di 10 settimane contribuisce a un forte senso di "worldness", cruciale nel suo successo e nel contrastare narrazioni negative come la dipendenza dai videogiochi (Moore & Carter, 2021). Studi evidenziano tendenze come il gioco con coetanei, maggior attività nei fine settimana e preferenza per meccaniche di occultamento (Moore & Carter, 2021). Tuttavia, emergono preoccupazioni su "Internet Game Disorder" e sull'importanza di un design etico (Iranzo *et al*., 2019).

Fortnite viene anche utilizzato come strumento educativo, sfruttando le sue meccaniche per coinvolgere i bambini in discussioni su chimica e proprietà dei materiali (Dietrich, 2020). I bambini possono sviluppare competenze cooperative e comunicative, migliorare pianificazione e problem solving nella modalità Creative e potenziare l'attenzione (Kulman, 2020; Osborne & Jones, 2023). Tuttavia, tali opportunità sono più efficaci con il coinvolgimento attivo dei genitori, che dovrebbero discutere strategie per massimizzare l'apprendimento (Kulman, 2020).

Le piattaforme contribuiscono all'apprendimento equo offrendo materiali educativi diversificati, personalizzando esperienze e facilitando il lavoro di squadra (Nicholas & Garcia, 2022; Kerssens & van Dijck, 2022). Piattaforme come Fortnite migliorano competenze digitali e accesso equo ai contenuti (Marlatt *et al*., 2020). L'apprendimento basato sul gioco stimola creatività e capacità di problem solving (Hwang *et al*., 2016; Li, 2017; Adipat *et al*., 2021). La modalità Creative e le meccaniche di sopravvivenza supportano l'insegnamento di chimica, coding e gestione dei disastri (Dietrich, 2020; Voštinár, 2019; Gampell *et al*., 2020). Il gioco cooperativo soddisfa bisogni psicologici, promuovendo comportamenti prosociali e contrastando isolamento e aggressività, offrendo opportunità per genitori ed educatori (Shoshani & Krauskopf, 2021; Kowert *et al*., 2014).

3. Critiche

Fortnite offre benefici educativi, ma affronta critiche significative, in particolare riguardo all'accesso iniquo alla tecnologia, che aggrava le disparità educative (Nicholas & Garcia, 2022). Preoccupazioni emergono anche in merito alla privacy dei dati, alla sicurezza e al rischio che il gioco digitale possa distrarre dagli obiettivi di apprendimento (Chang, 2021; Shaffer, 2006; Adipat *et al*., 2021). La commercializzazione delle piattaforme educative spesso privilegia il profitto rispetto all'equità, penalizzando gli studenti svantaggiati che non possono permettersi servizi premium (Warschauer, 2003; Adipat et al., 2021). La standardizzazione delle piattaforme limita la creatività degli educatori e l'insegnamento contestualizzato (Nicholas & Garcia, 2022).

Inoltre, gli studenti emarginati spesso non hanno accesso a dispositivi, istruzione personalizzata e feedback, ampliando ulteriormente le disuguaglianze (van Dijk, 2020; Adipat *et al.*, 2021). I bias algoritmici possono rafforzare queste disparità (Noble, 2020). Le sfide includono una formazione insufficiente per gli insegnanti, difficoltà nella valutazione dei risultati dell'apprendimento basato sul gioco e una limitata trasferibilità delle competenze al mondo reale (Hew & Brush, 2007; Shaffer, 2006). Gli studi evidenziano anche squilibri di genere nei campioni di ricerca, un'eccessiva attenzione su giochi specifici e preoccupazioni per la normalizzazione dell'aggressività legata ai contenuti violenti. Tuttavia, il gioco cooperativo dimostra un potenziale nel promuovere comportamenti prosociali (Anderson *et al.*, 2007; Shoshani & Krauskopf, 2021).

4. Considerazioni etiche

La ricerca sui minori in questo campo richiede una rigorosa supervisione etica. Considerando la discrepanza tra il tempo di esposizione online raccomandato (2 ore) e l'uso effettivo (oltre 9 ore), sorgono importanti riflessioni etiche da diverse prospettive (Lindner, 2023). È fondamentale proteggere la privacy dei minori, garantire la loro sicurezza da fenomeni come il cyberbullismo e contenuti inappropriati, nonché assicurare il consenso informato per la loro partecipazione agli studi. Inoltre, i principi etici volti a tutelare i giovani utenti dovrebbero essere integrati nella progettazione degli ambienti virtuali, includendo la creazione di contenuti adatti all'età e la promozione di una comunità virtuale positiva, formativa e inclusiva. È anche necessario esaminare come gli spazi virtuali influenzino la percezione dei bambini riguardo allo spazio e alle relazioni, garantendo che tali impatti siano in linea con esiti di sviluppo positivi.

5. Limitazioni dello studio

La ricerca si è concentrata esclusivamente sul Metaworld di Fortnite, escludendo altri mondi virtuali. Questo potrebbe aver limitato l'ambito dell'indagine sul Metaverso e sull'interazione dei bambini, restringendo l'analisi delle relazioni tra il Metaverso, i bambini e il mondo reale. Affrontare queste limitazioni in future ricerche potrebbe offrire una visione più completa delle dinamiche tra i minori e il Metaverso.

6. Conclusioni

La ricerca ha esplorato il concetto di spazi ludici, fisici e virtuali, concentrandosi su Fortnite come metaworld del Metaverso. Fortnite si è rivelato un ambiente virtuale dinamico in cui i bambini partecipano a giochi competitivi ed espressioni creative, diventando un punto di incontro globale per interazioni sociali ed educative. Il gioco supporta lo sviluppo di competenze cooperative, comunicative, di problem solving e creatività, evidenti nella modalità Creative, che incoraggia pianificazione e strategie. Tuttavia, questi benefici richiedono il coinvolgimento attivo dei genitori, che dovrebbero giocare insieme ai figli e discutere strategie (Kulman, 2020).

Nonostante il potenziale educativo, Fortnite affronta critiche per l'accesso iniquo alla tecnologia, la privacy dei dati, la commercializzazione dell'educazione e il divario digitale (Nicholas & Garcia, 2022). La standardizzazione delle piattaforme limita la creatività degli educatori e l'istruzione personalizzata (Adipat *et al*., 2021). Inoltre, la valutazione delle competenze sviluppate tramite il gioco resta complessa, poiché i metodi tradizionali non sono sempre adeguati (Shaffer, 2006). Gli studi evidenziano squilibri di genere nei campioni e un focus limitato agli effetti a breve termine, suggerendo la necessità di una ricerca più ampia e bilanciata (Trommsdorff *et al*., 2007; Shoshani & Krauskopf, 2021). In conclusione, Fortnite offre opportunità educative significative, ma è cruciale affrontare critiche e limiti per massimizzare il suo potenziale. Questa ricerca ha migliorato la comprensione del ruolo di Fortnite nell'educazione e sottolinea l'importanza di indagini future sulle dinamiche tra minori e Metaverso.

7. Riconoscimenti

Questa ricerca è stata sostenuta dalla borsa di studio di dottorato dell'autore Mario Imperioso, finanziato dalla Foundation for Science and Technology (FCT) - Reference 2024.04467.BD.

Riferimenti bibliografici

Adipat, S., Laksana, K., Busayanon, K., Ausawasowan, A., & Adipat, B. (2021). Engaging Students in the Learning Process with Game-Based Learning: The Fundamental Concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 542-552. https://doi.org/10.46328/ijte.169

Anderson, C. A., Gentile, D. A., & Buckley, K. E. (2007). *Violent Video Game Effects on Children and Adolescents: Theory, Research, and Public Policy (1st ed.)*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195309836.001.0001

Andrade, D., & Ferreira, A. (2021). "Fortnite" and New Kids' Sociabilities. *European Journal of Social Sciences*, 4, 40-51. https://doi.org/10.26417/273vgt97c

Araake, K., Kono, M., Iwata, E., & Sasaki, N. (2021). Playful Engagement for Public Spaces. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5, 1-19. https://doi.org/10.1145/3488543

Arnab, S. (2017). Playful and Gameful Learning in a Hybrid Space. In Vaz de Carvalho, C., Escudeiro, P., Coelho, A. (eds). *Serious Games, Interaction and Simulation*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51055-2_2

Ash, J., Kitchin, R., & Leszczynski, A. (2019). Introducing Digital Geographies. In J. Ash, R. Kitchin, & A. Leszczynski, *Digital Geographies* (pp. 1-10). Sage Publications Ltd. https://doi.org/10.4135/9781529793536.n1

Barbosa, J., Wanderley, M., & Huot, S. (2017). Exploring playfulness in nime design: The case of live looping tools. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, 87-92. https://doi.org/10.5281/zenodo.1176181

Battle pass capitalism—Daniel Joseph, 2021. (n.d.). Retrieved 5 March 2024, from https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1469540521993930

Batty, M. (1997). Virtual geography. *Futures*, 337-352. https://doi.org/10.1016/S0016-3287(97)00018-9

Boctor, L. (2013). Active-learning strategies: The use of a game to reinforce learning in nursing education. A case study. *Nurse Education in Practice*, 13(2), 96-100. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2012.07.010

Boellstorff, T. (2015). *Coming of age in Second Life: An anthropologist explores the virtually human* (First new edition paperback). Princeton University Press.

Boos, T. (2017). Geographies of Cyberspace: Internet, Community, Space, and Place. In T. Boos, *Inhabiting Cyberspace and Emerging Cyberplaces* (pp. 13-38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58454-6_2

Carraz, R., & Merry, A. (2021). Playful experience design: Reactivating public space in Cyprus, a case study perspective. *Journal of Urban Design*, 27, 181-204. https://doi.org/10.1080/13574809.2021.1973889

Chang, B. (2021). Student privacy issues in online learning environments. *Distance Education*, 55-69. https://doi.org/10.1080/01587919.2020.1869527

Chen, M., Lin, H., Kolditz, O., & Chen, C. (2015). Developing dynamic virtual geographic

environments (VGEs) for geographic research. *Environmental Earth Sciences*, 74, 6975-6980. https://doi.org/10.1007/s12665-015-4761-4

Crowe, N., & Bradford, S. (2006). 'Hanging out in Runescape': Identity, Work and Leisure in the Virtual Playground. *Children's Geographies*, 4, 331-346. https://doi.org/10.1080/14733280601005740

De Andrade, B., Poplin, A., & Sousa De Sena, Í. (2020). Minecraft as a Tool for Engaging Children in Urban Planning: A Case Study in Tirol Town, Brazil. *International Journal of Geo-Information*, *9*(3), 1-19. https://doi.org/10.3390/ijgi9030170

Diaz, J., Poblete, B., & Bravo-Marquez, F. (2020). An integrated model for textual social media data with spatio-temporal dimensions. *Information Processing & Management, 57*(5), 102219. https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102219

Dietrich, N. (2020). Fortnite & Chemistry. *arXiv: Physics Education*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.10085

Dodge, M., & Kitchin, R. (2005). Code and the Transduction of Space. A*nnals of the Association of American Geographers*, 162-180. https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2005.00454.x

Donoff, G., & Bridgman, R. (2017). The playful city: Constructing a typology for urban design interventions. *International Journal of Play*, 6, 294-307. https://doi.org/10.1080/21594937.2017.1382995

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C. M. K., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I., Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management, 66,* 1-55. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

Fisher, S., Tanaka, A., & Mignonneau, L. (2001). Panel 1: Relating Real and Virtual Space in Art. https://doi.org/10.1109/VR.2001.10013

Fleury, M., & Quatrini, M. (2004). First order in Ludics. *Mathematical Structures in Computer Science*, 14, 189-213. https://doi.org/10.1017/S0960129503004134

Fortnite: Battaglia reale (n.d.). Fortnite Wiki. Retrieved 5 March 2024, from https://fortnite.fandom.com/it/wiki/Fortnite:_Battaglia_reale

'Fortnite' phenomenon turns 'workaholic' game developer into billionaire (2018, August 12). The Seattle Times. https://www.seattletimes.com/business/technology/fortnite-phenomenon-turns-workaholic-game-developer-into-billionaire/

Fortnite: Save the World (2024, March 5). Fortnite Wiki. https://fortnite.fandom.com/wiki/Fortnite:_Save_the_World

Gampell, A. V., Gaillard, J. C., Parsons, M., Le De, L., & Hinchliffe, G. (2024). Participatory Minecraft mapping: Fostering students participation in disaster awareness. *Entertainment Computing*, 48. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100605

Gao, C., Guo, Q., Jiang, D., Wang, Z., Fang, C., & Hao, M. (2019). Theoretical basis and technical methods of cyberspace geography. *Journal of Geographical Sciences*, 1949-1964. https://doi.org/10.1007/s11442-019-1698-7

Gent, E. (2022). Lessons From a Second Life > Before Meta, Philip Rosedale Created an Online Universe. *Ieee Spectrum*, 19-29. https://doi.org/10.1109/MSPEC.2022.9676346

Graham, S. (1998). The end of geography or the explosion of place? Conceptualizing space, place and information technology. *Progress in Human Geography*, 22(2), 165-185. https://doi.org/10.1191/030913298671334137

Hamurcu, A. U. (2022). The metaverse, online communities, and (real) urban space. *Urbani Izziv, 33*(2), 73-81. https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2022-33-02-01

Hayes, A. T., Straub, C., Dieker, L., Hughes, C., & Hynes, M. C. (2013). Ludic Learning:

Exploration of TLE TeachLivETM and Effective Teacher Training. *Int. J. Gaming Comput. Mediat. Simulations*, 5, 20-33. https://doi.org/10.4018/jgcms.2013040102
Hepworth, M. (1986). The geography of technological change in the information economy. *Regional Studies*, 20(5), 407-424. https://doi.org/10.1080/09595238600185361
Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223-252. https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5
Hogan, Z., & Campbell, V. (2022). Playing in the liminal space: Literacy learning through drama in the adult language classroom. *Teachers and Curriculum, 22*(2), 25-33. https://doi.org/10.15663/tandc.v22i2.400
Hub di benvenuto di Fortnite in modalità Creativa: Nuova mappa e come giocare—Moyens I/O (n.d.). Retrieved 5 March 2024, from https://it.moyens.net/esports/fortnite/hub-di-benvenuto-di-fortnite-in-modalita-creativa-nuova-mappa-e-come-giocare/
Hwang, G.J., Wu, P.H., Chen, C.C., & Tu, N.T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments*, 1895-1906. https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1057747
Iranzo, R. G., González-González, C., Paderewski, P., Arnedo-Moreno, J., Domènech, M., & Frutos, M. L. de. (2019). Z Generation and Fortnite: New Ethical Paradigms in Video Games Design. *Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction*. https://doi.org/10.1145/3335595.3335613
Jones, A. (2013). A Tripartite Conceptualisation of Urban Public Space as a Site for Play: Evidence from South Bank, London. *Urban Geography*, 1144-1170. https://doi.org/10.1080/02723638.2013.784081
Kalay, Y. E., & Marx, J. (2005). Architecture and the Internet: Designing places in cyberspace. *First Monday*. https://doi.org/10.5210/fm.v0i0.1563
Ķelerman, A. (2014). *The Internet as a second action space*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315765105
Kerssens, N., & Van Dijck, J. (2022). Governed by Edtech? Valuing Pedagogical Autonomy in a Platform Society. *Harvard Educational Review*, 284-303. https://doi.org/10.17763/1943-5045-92.2.284
Kirsch, S. (1995). The Incredible Shrinking World? Technology and the Production of Space. *Environment and Planning D: Society and Space*, 529-555. https://doi.org/10.1068/d130529
Kitchin, R. M. (1998a). Towards geographies of cyberspace. *Progress in Human Geography*, 22(3), 385-406. https://doi.org/10.1191/030913298668331585
Kollock, P., & Smith, M. (Eds.). (2002). *Communities in Cyberspace*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203194959
Kowert, R., Domahidi, E., Festl, R., & Quandt, T. (2014). Social gaming, lonely life? The impact of digital game play on adolescents' social circles. *Computers in Human Behavior*, 385-390. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.003
Langbehn, E., Paulmann, H., Briddigkeit, D., Barnes, M., Husung, M., Kirsch, K., Neves-Coelho, D., Mayer, T., & Steinicke, F. (2020). Frozen Factory: A Playful Virtual Experience for Multiple Co-Located Redirected Walking Users. *Siggraph Asia 2020 XR*. https://doi.org/10.1145/3415256.3421489
Li, L., Freeman, G., & Wohn, D. (2020). Power in Skin: The Interplay of Self-Presentation, Tactical Play, and Spending in Fortnite. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (71-80). https://doi.org/10.1145/3410404.3414262
Lindner, J. (2023, December 8). Screen Time Impact on Children Statistics 2024: Key Insights And Trends. Gitnux. https://gitnux.org/screen-time-impact-on-children-statistics/

Mannard, E. (2023). Playful pluralities: Exploring play and playful literacies across ages, spaces and places. *English Teaching: Practice & Critique*. https://doi.org/10.1108/etpc-09-2022-0126

Marlatt, R. (2020a). Capitalizing on the Craze of Fortnite: Toward a Conceptual Framework for Understanding How Gamers Construct Communities of Practice. *Journal of Education*, 3-11. https://doi.org/10.1177/0022057419864531

Marsh, J. (2010). Young children's play in online virtual worlds. *Journal of Early Childhood Research*, 8, 23-39. https://doi.org/10.1177/1476718X09345406

Mystakidis, S. (2019). Metaverse. *Interference*. https://doi.org/10.5040/9781350126909.00000017

Navarro, J. (2020). Fortnite: A context for child development in the U.S. during COVID-19 (and beyond). *Journal of Children and Media*, 13-16. https://doi.org/10.1080/17482798.2020.1858435

Nichols, T. P., & Garcia, A. (2022). Platform Studies in Education. *Harvard Educational Review*, 209-230. https://doi.org/10.17763/1943-5045-92.2.209

Ning, H., Lin, Y., Wang, W., Wang, H., Shi, F., Zhang, X., & Daneshmand, M. (2023). Cyberology: Cyber-Physical-Social-Thinking Spaces-Based Discipline and Interdiscipline Hierarchy for Metaverse (General Cyberspace). *Ieee Internet of Things Journal*, 10, 4420-4430. https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3217821

Noble, S. U. (2020). *Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism*. New York University Press. https://doi.org/10.18574/nyu/9781479833641.001.0001

Osborne, T., & Jones, P. (Eds.). (2023). *A research agenda for digital geographies*. Edward Elgar Publishing.

Petre, I., Iordache, D. D., Zamfir, M., Barbu, M., Duţescu, R., & Marinescu, I. A. (2023). Virtual worlds, real technologies: An insight into Metaverse and its principles. *2023 24th International Conference on Control Systems and Computer Science* (CSCS), 551-556. https://doi.org/10.1109/cscs59211.2023.00093

Pu, Q., & Xiang, W. (2022). The metaverse and its influence and transformation on human society. *Metaverse*. https://doi.org/10.54517/met.v3i1.1796

Redmon, D. (2003). Playful deviance as an urban leisure activity: Secret selves, self-validation, and entertaining performances. *Deviant Behavior*, 27-51. https://doi.org/10.1080/10639620390117174

Reynolds, R. (2021). JanvanDijk. (2020). The digital divide. Cambridge. *Journal of the Association for Information Science and Technology,* 72(1), 136-138. https://doi.org/10.1002/asi.24355

Robins, K., & Hepworth, M. (1988). Electronic spaces: New technologies and the future of cities. *Futures*, 20(2), 155-176. https://doi.org/10.1016/0016-3287(88)90022-5

Saunders, C., Rutkowski, A., Genuchten, M., Vogel, D., & Orrego, J. M. (2011). Virtual Space and Place: Theory and Test. *Mis Q.*, 35, 1079-1098. https://doi.org/10.2307/41409974

Seidel, S., Berente, N., Nickerson, J., & Yepes, G. (2022). *Designing the Metaverse*. http://hdl.handle.net/10125/80151

Shaffer, D. W. (2006). *How computer games help children learn* (1st ed). Palgrave Macmillan.

Shi, F., Ning, H., Zhang, X., Li, R., Tian, Q., Zhang, S., Zheng, Y., Guo, Y., & Daneshmand, M. (2022). A new technology perspective of the Metaverse: Its essence, framework and challenges. *ArXiv*, abs/2211.05832. https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.05832

Shoshani, A., & Krauskopf, M. (2021). The Fortnite social paradox: The effects of violent-cooperative multi-player video games on children's basic psychological needs and prosocial behavior. *Computers in Human Behavior*, 116, 106641. https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106641

Starting Out in Fortnite Creative. (n.d.). Epic Developer Community. Retrieved 5 March 2024, from https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/fortnite-creative/starting-out-in-fortnite-creative

Taub, M., Mudrick, N. V., Azevedo, R., Millar, G. C., Rowe, J., & Lester, J. (2017a). Using multi-channel data with multi-level modeling to assess in-game performance during gameplay with Crystal Island. *Computers in Human Behavior*, 76, 641-655. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.038

Tieben, R., Sturm, J., Bekker, M. M., & Schouten, B. (2014). Playful persuasion: Designing for ambient playful interactions in public spaces. *J. Ambient Intell. Smart Environ*., 6, 341-357. https://doi.org/10.3233/AIS-140265

Trommsdorff, G., Friedlmeier, W., & Mayer, B. (2007). Sympathy, distress, and prosocial behavior of preschool children in four cultures. *International Journal of Behavioral Development*, 31(3), 284-293. https://doi.org/10.1177/0165025407076441

Ulubaş Hamurcu, A. (2022a). The metaverse, online communities, and (real) urban space. *Urbani izziv*, 33(2), 73-81. https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2022-33-02-01

Vostinar, P. (2019). Minecraft and makecode environment. In L. Chova, A. Martinez, & I. Torres (Eds.), *12th International Conference Of Education, Research And Innovation*, 10963-10967.

Wang, M., Yu, H., Bell, Z., & Chu, X. (2022). Constructing an Edu-Metaverse Ecosystem: A New and Innovative Framework. *Ieee Transactions on Learning Technologies*, 15, 685-696. https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3210828

Warschauer, M. (2003). *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/6699.001.0001

Whitton, N. (2018). Playful learning: Tools, techniques, and tactics. *Research in Learning Technology*, 26. https://doi.org/10.25304/RLT.V26.2035

Wiederhold, B. K. (2022). Ready (or Not) Player One: Initial Musings on the Metaverse. Cyberpsychology, *Behavior and Social Networking*, 25(1), 1-2. https://doi.org/10.1089/cyber.2021.29234.editorial

Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*, 13. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300

Zhao, R., Zhang, Y., Zhu, Y., Lan, R., & Hua, Z. (2022). Metaverse: Security and Privacy Concerns. *ArXiv,* abs/2203.03854. https://doi.org/10.57019/jmv.1286526

Zook, M. A., & Graham, M. (2007). The creative reconstruction of the Internet: Google and the privatization of cyberspace and DigiPlace. *Geoforum*, 38(6), 1322-1343. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2007.05.004

GEOtecnologie per una didattica della geografia: Virtual Sandbox e Augmentation Reality (AR)

di Alberto Di Gioia*

1. Quali tecnologie. Dai *gran bazar* ai progetti mirati

Grandi spese sono state sostenute per la scuola negli ultimi anni intorno alla innovazione digitale, soprattutto a seguito del PNRR[1] e con specifiche condizioni. Condizioni definite da tempi ristretti, da vincoli amministrativi imposti dai fondi (misure una tantum corrisposte a fondo perduto), dalla scarsità di risorse umane da impiegare nella programmazione e gestione delle misure di innovazione[2] (Zorloni, 2023). Lo scenario che è andato progressivamente a manifestarsi negli ambienti educativi è di un sostanziale sovrainvestimento in infrastrutture per l'educazione rispetto ad una valutazione intorno alle esigenze, le capacità e le reali utilità dell'innovazione digitale.

Del resto, è sufficiente discutere con qualche insegnante, Dirigente o professionista della dimensione educativa per ottenere, reiteratamente, un quadro di ciò che si è profilato: un generico *gran bazar* dell'inutile. È una definizione vicina a quella fornita dalle stesse imprese coinvolte nell'offerta di apparecchiature digitali, che hanno definito l'attuazione del PNRR a scuola come "lista della spesa di prodotti da comprare"[3]. E non è un caso se

* Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, Università degli Studi di Torino, alberto.digioia@unito.it. Il capitolo è da intendersi collegabile all'omonima officina didattica online svolta in occasione del 65° Convegno nazionale A.I.I.G.: https://www.youtube.com/watch?v=SvAX7UYjWWA

[1] Alla innovazione digitale si riferisce già l'obiettivo 9 "Imprese, innovazione e infrastrutture" dell'Agenda 2030 (Nazioni Unite, 2015, in particolare i punti 9a-9c), a cui possiamo collegare l'Asse 1 e la missione M1 del PNRR, per i quali furono stanziati 40,29 miliardi di euro (Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2021: investimenti espliciti intorno all'innovazione digitale della dimensione educativa).

[2] In parallelo agli investimenti una tantum sono stati sottratti fondi e risorse su altri fronti al sistema della formazione - circa 7 miliardi di euro nelle ultime due finanziarie e 150 mila operatori.

[3] Andrea Russo, Direttore Generale di Mr. Digital Education, intervistato in Zorloni, 2023.

aumentano le aziende di settore interessate a operare in Italia per la scuola, talvolta convertendo la specializzazione produttiva da altre categorie che con la scuola poco c'entravano[4].

È abbastanza indubbio: quello del digitale per la scuola è un buon mercato[5], se dovessimo investire per la nostra azienda.

Dobbiamo chiederci se sia anche altro, se dobbiamo investire per la nostra scuola. Posta l'utilità, riconosciuta dagli stessi professionisti della dimensione educativa[6], della dotazione scolastica di laboratori adeguatamente infrastrutturati (se non sperimentali, come la dotazione di spazi e contenuti immersivi o laboratori multisensoriali), acquisti scarsamente programmatici e

[4] Ad esempio, due aziende cinesi Hikvision e Dahua, specializzate in telecamere di videosorveglianza, sono entrate nel mercato delle lavagne interattive di tipo LIM per l'Italia.

[5] Quello che è andato progressivamente a instaurarsi è un regime di monopsonio operato dal sistema educativo nelle relazioni con le forniture private di beni e servizi. Con regime di monopsonio si intende un mercato caratterizzato dalla presenza di un solo acquirente a fronte di molteplici venditori. In questo caso l'acquirente è rappresentato dal sistema pubblico dei sovra-investimenti caduti, a valle, sulle strutture scolastiche e i venditori dal mercato delle aziende del digitale. Senza eccedere in letture economiche, in questo regime si deciderà di pagare qualunque prezzo, considerando che a minor prezzo corrisponderà una quantità più bassa - nella fattispecie meno fondi ottenuti o utilizzati o risorse fisiche. Aziende specializzate anche in settori vicini decideranno di entrare nel mercato e aumentare il ventaglio di offerta di prodotti, aumentando la concorrenza su base quantitativa a fronte di una domanda disposta a spendere, come ad esempio le due aziende cinesi Hikvision e Dahua citate nella nota precedente entrate nel mercato delle lavagne LIM. Questo genera progressivamente una dinamica inflattiva, che infatti ha portato i prodotti digitali per l'educazione e l'intera offerta di mercato certificata a superare progressivamente sempre di più il precedente costo di mercato - Zorloni, 2023.

[6] L'88.2 % di 2.700 insegnanti e Dirigenti intervistati ritiene positivi gli investimenti verso la transizione digitale (Indagine Osservatorio sulla transizione digitale del mondo della scuola, Aura Immersive - Aura Group, 2023). Questo dato solo apparentemente contrasta con i diffusi giudizi negativi individuali riferiti alla dotazione della propria scuola. Due sono i motivi: il primo è semplicemente legato al *digital divide*. È chiaro che nei casi di scarsa infrastrutturazione i benefici agli investimenti siano evidenti e, se mancano dei laboratori, risulti utile ottenere laboratori. Il secondo è però legato a contesti in cui le dotazioni siano già buone e si aprano invece processi di accumulazione di apparecchi che risulteranno sottoutilizzati. Proviamo a spiegarlo con una metafora: nella vostra casa avrete una certa quantità di elettrodomestici e fra di essi, magari, ne possederete qualcuno regalatovi da qualche parente o amico in qualche festa, quasi mai acceso e ritenuto inutile. Se di parenti e amici scarsamente consapevoli ne avete molti è altamente probabile che avrete una più alta quantità di apparecchiature di questo tipo e che riterrete quantomeno pericolose le prossime feste per il vostro spazio in casa. Nonostante ciò, è improbabile che riterrete inutile la lavatrice o il frullatore e un qualsiasi investimento futuro per procurarsene di più efficienti e migliori, anche tra macchine realmente nuove e innovative ma relazionate in qualche modo alla vostra domanda quotidiana di utilità. Allo stesso modo il quesito posto dall'indagine sui generici investimenti, rivolto alle intenzioni e alla possibilità di ottenere miglioramenti sull'intero sistema, non coglie e nasconde il problema vissuto sul campo dei sovra-investimenti in apparecchiature acquisite senza scopi precisi.

consapevoli di tecnologie come visori VR per la realtà virtuale ed altre apparecchiature sono stati acquistati relativamente in massa dalle scuole senza corrispondere ad una reale domanda educativa.

Non è sufficiente, infatti, investire in infrastrutture per ottenere una didattica di qualità. In una filosofia del futuro il profilo del formatore è nella capacità di implementare un laboratorio del pensare riflessivamente critico (Mortari, 2023). Penetrare i fenomeni, sviluppare una capacità critica nella costruzione di un orientamento, nella dimensione fisica di comprensione verso sé stessi e progressivamente verso il mondo, in una sfaccettatura che abbracci la dimensione fisica, culturale e le relazioni tra conoscenze e competenze disciplinari diverse, parafrasando le Indicazioni Nazionali per il curriculo (DM 254/2012).

Nella dimensione geografica questi aspetti sono incentrati su di una educazione al territorio ed ai valori territoriali, nelle relazioni con l'importanza di un'educazione *place-based*, nel concentrare l'orientamento della pedagogia critica intorno agli aspetti spaziali e l'esperienza sociale (Dematteis, Giorda, 2013; Giorda, Puttilli, 2011). All'atto pratico occorre un recupero delle emozioni, della visione sintetica che combina intuizione e razionalità – la *Zusammenhang* di Alexander von Humboldt (Dematteis, 2011). I supporti tecnologici sono parte integrante della storia didattica della geografia (Morri, Pavia, Pesaresi, 2023), ma se inseriti in percorsi di senso costruiti intorno allo sviluppo di queste specifiche competenze.

Non si intende quindi scansare le tecnologie digitali, che nell'approccio geografico sono rappresentate soprattutto dai GIS e dalle applicazioni di Augmented Reality (AR) capaci di fornire ulteriori esperienze, ragionamenti e connessioni rispetto ai percorsi didattici dei percorsi progettati dalle Indicazioni nazionali. Per molti si sono rese persino determinanti nella rinnovata funzione e appetibilità dei metodi e degli strumenti geografici (Blaschke, Merschdorf, 2014; Goodchild, 2007). Le tecnologie non sono un fatto solo strumentale ma aprono ad arricchimenti metodologici, di produzione di *screening* territoriali, di integrazione tra le prospettive di analisi e rappresentazione dei diversi punti di vista di interpretazione della realtà, di integrazione tra il mondo misurato (dalla prospettiva scientifica e tecnologica integrata con il mondo dell'arte, delle cosiddette STEAM) e il mondo interpretato (dalla prospettiva sociale e culturale, propria alle discipline umanistiche), anche in una dimensione di sintesi narrativa e comunicativa (Pesaresi, 2020).

L'orientamento pedagogico critico è da applicarsi qui: nella considerazione delle potenzialità delle innovazioni tecnologiche in contesti di apprendimento circolare sistemico, in cui si impari con l'esperienza e si restituisca all'esperienza quel che si è imparato (Iori, 2018). Diversamente le politiche

internazionali rivolte a digitalizzazione e innovazione risulteranno persino controproducenti se non allineate alle esigenze sociali e integrate con azioni socioeducative di qualità, che non possono che essere umanamente trasformative, quindi esperienziali. È infatti un grave errore fraintendere la digitalizzazione come un problema quasi esclusivo di dotazione infrastrutturale, fraintendimento che ha come diretta conseguenza quella di allineare le attività educative alle pratiche di dipendenza dal digitale diffuse nella comunità – spesso prive di valore aggiunto ed anzi costellate di problemi. Dal punto di vista dell'insegnamento per competenze (Di Gioia, 2023; Giorda, 2014) si tratta di sviluppare metodi che integrino obbiettivi cognitivi, metodologici e comportamentali (Thémines, 2016; Mérenne-Schoumaker, 1994) – il sapere, il saper fare ed il saper essere – come congiunzione di aspetti di formazione generale, competenze specifiche sugli strumenti legate alla progettazione e la soluzione di problemi, il cooperare in gruppo acquisendo spirito critico e più concretamente lo stare insieme anche dal punto di vista emotivo – quindi il saper trasmettere, come parte del saper essere (Polimeni, 2022).

Nel paragrafo seguente si approfondirà come, a partire da questo approccio, possa inquadrarsi l'utilità d'uso dell'Augmented Reality e delle macchine Virtual Sandbox AR nella costruzione di "teatri geografici" per l'educazione, come potenziamento della cartografia in una dimensione dinamica, manipolabile nelle tre dimensioni e molto materiale – nonostante si tratti di una tecnologia digitale. Nel terzo paragrafo si considererà cosa permettono di fare queste macchine, nella costruzione di "teatri geografici" e nell'approccio generale. Nel quarto si illustrerà come funzionano tecnologicamente queste macchine, dal punto di vista della componentistica e della loro struttura. Infine, si considererà la dimensione particolarmente inclusiva delle Virtual Sandbox, che permettono di progettare diversi scenari grazie alla natura singolare di queste macchine all'interno dell'intero universo dell'Augmented Reality. Qui si considererà come è possibile utilizzare le Sandbox in una dimensione di educazione geografica e attraverso quali percorsi, nella relazione con specifici raggruppamenti e con casi esemplificativi.

2. I "teatri geografici" delle Virtual Sandbox. Mondi magici e meravigliosi, come sulla sabbia davanti al mare

Manipolare, scavare, costruire, creare forme, modelli e mappe 3D in un universo di colori. Tutto con le mani: come si fa anche liberamente con la sabbia della spiaggia davanti al mare. La diversità è che, in un ambiente controllato, la Virtual Sandbox AR propone un complemento tecnologico alla didattica, alle uscite sul terreno, a sconfinate forme di modellazione e di

mappatura verso la costruzione di veri e propri mondi partendo dal gioco con la sabbia.

Questi dispositivi sono piuttosto rari. Presso l'Università di Torino – Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione – sono state predisposte due macchine del modello Virtual Sandbox AR "iSandBOX Standard"[7]. Questo modello prevede l'attivazione di numerosi scenari a tema scientifico, emozionale, topografico e per bisogni educativi speciali o percorsi inclusivi con persone con disabilità. Le macchine combinano l'Augmented Reality con un ambiente di gioco tattile di grande fascinazione per creare un'esperienza di apprendimento coinvolgente e interattiva. Permettendo di costruire nuove frontiere per la didattica e per l'educazione non formale in una dimensione ludica e cooperativa. Esse costituiscono uno spunto per valorizzare l'educazione al territorio, integrandosi con uscite sul terreno, modellazioni in ottica STEAM, di congiunzione tra scienza, tecnologia e mondo artistico.

Le Sandbox forniscono un ambiente di apprendimento esperienziale in cui esplorare concetti scientifici complessi in modo pratico. Possiamo andare a creare fiumi, montagne, vulcani, laghi e altre formazioni fisiche per comprendere i principi della geografia fisica. Ma possiamo anche creare storie e percorsi per giochi e *role playing* in quelli che possiamo chiamare "teatri geografici" (Figura 1), sviluppati sull'immaginazione, e aggiungere modellini costruiti artigianalmente[8], avviando percorsi di varia natura che permettano di sviluppare competenze essenziali dell'educazione alla cittadinanza e dell'educazione allo sviluppo sostenibile.

Le persone, di qualsiasi età, possono manipolare la sabbia fisica all'interno della Sandbox e osservare come questa interazione si traduca in cambiamenti visibili sulla superficie interagendo con la proiezione che crea scenari virtuali. Questa attività fisica e visiva cattura l'attenzione, favorendo il coinvolgimento emotivo e la partecipazione attiva, che sono noti per migliorare la memoria e la comprensione concettuale. Nella storia della didattica

[7] Le macchine citate nel testo sono state predisposte in due sedi decentrate dell'Università di Torino, nella sede di Collegno e nella sede extra-metropolitana di Savigliano (CN), a uso dei corsi di Scienze della Formazione Primaria e di Scienze dell'Educazione - indirizzo Educatore dello Sviluppo Sociale del Territorio. La macchina presentata è utilizzata all'interno dei laboratori di Fondamenti e Didattica della Geografia, con responsabilità scientifica del Prof. Cristiano Giorda e coinvolgimento dei docenti di laboratorio Alberto Di Gioia, Paola Gino, Elena Mason. Questi modelli sono assemblati in produzione e programmazione dall'azienda internazionale Universal Terminal System (UTS). Altri modelli, anche assemblabili autonomamente (Betti, Borghi, Virgini, 2023), differiscono per dimensioni, software e caratteristiche legate al montaggio o alla sabbia, ma i concetti di base espressi intorno alla struttura e il funzionamento di base della macchina sono da considerarsi compatibili.

[8] Anche come semplici disegni, a mo' di piccoli stickers, che possiamo già realizzare in percorsi per l'infanzia.

della geografia, integrata con l'evoluzione dei supporti tecnologici intorno allo sviluppo di specifiche competenze, possiamo aggiungervi questo tipo di tecnologia. La quale risulta però caratterizzata da una particolare trasversalità e capacità di creare connessioni: una macchina che aiuta a costruire quei ponti geografici (Giorda, 2014) tra le emozioni, le conoscenze e gli strumenti disciplinari.

Figura 1: Il "teatro geografico" delle Virtual Sandbox AR, percorso emozionale sulle stagioni per la scuola dell'infanzia
Fonte: Alberto Di Gioia, Laboratorio di Fondamenti e didattica della Geografia, Collegno (TO), gruppo di lavoro Beltrame A., Ghelfi A., Rubino S., Zanardi L., prof. Alberto Di Gioia

3. La tecnologia delle Virtual Sandbox

Nella pratica la Sandbox è un banco di sabbia modellabile in ambiente controllato, sul quale interviene un sistema elettronico e informatico di *mapping* in tempo reale. Si interagisce con la sabbia e, contemporaneamente, il sistema procede con la rilevazione, l'interpretazione e la restituzione proiettata sulla sabbia di mappe tridimensionali. La tecnologia AR consente quindi una interazione spaziale intorno ad oggetti virtuali, sincronizzabili con elementi corporei in modo da fornire un arricchimento della percezione tramite informazioni (Zhang, Zhu, 2016). Questa interazione parte dall'intuizione e risulta completamente praticabile già da bambini molto piccoli (3-4 anni di età).

Fisicamente intorno ad una Virtual Sandbox (Figura 2) è installata una torre, che avrà al suo interno le componenti hardware principali, una scheda

madre, una scheda video e un hard disk, assemblate analogamente ad un pc. La sabbia è parte costitutiva di questa tecnologia, che infatti fa interagire tutte insieme dimensioni meccaniche, elettroniche e virtuali. L'esperienza pratica parte, comunque, dalla sabbia, per cui a tipologie diverse per colore e viscosità conseguiranno modelli e sensazioni diverse nel gioco[9].

Nella macchina è installato un sistema operativo che regolerà la sua accensione e, nel modello qui considerato, la possibilità di avviare diversi software tematici, installati al suo interno. Queste componenti hardware, che costituiscono allo stesso tempo il cuore e la testa della macchina, sono collegate alla parte zenitale della torre, per così dire gli occhi e le orecchie: in circuito chiuso sono installati un sensore di movimento 3D Kinect X-box, necessario per misurare le distanze prodotte dalla modellazione della sabbia, un video proiettore ad alta risoluzione – con interfaccia digitale HDMI e DVI – che proietterà le rappresentazioni in tempo reale, e altoparlanti per la diffusione sincronizzata degli eventi sonori spaziali, come suoni della natura, e della musica di accompagnamento.

Il suo funzionamento è molto semplice ed evocativo di una delle esperienze manipolative più elementari possibili, come giocare con la sabbia su una spiaggia o in altro contesto. Già in ambito psicologico è stato considerato l'impatto persino terapeutico del gioco con la sabbia, sviluppato nei percorsi junghiani del *sandplay*[10] (Kalff, 2020; Bradway, McCoard, 1997). Scelta una applicazione, un tipo di software, si può muovere la sabbia con le mani, scavando, costruendo forme, modellandola nelle tre dimensioni. Le formazioni prodotte definiranno in tempo reale un modello morfologico in scala che verrà misurato dal sensore di movimento, processato dall'hardware e riprodotto visualmente dal videoproiettore direttamente come colori e immagini sulla sabbia. Così che in un'applicazione topografica, con colori analoghi ad una carta statica, le diverse gradazioni di blu e azzurro evocheranno laghi e mari, mentre diverse sfumature di verde, poi di colori neutri e colori caldi, dal giallo al marrone intenso, definiranno le diverse conformazioni pianeggianti o i contorni altimetrici più rilevanti, orografie in divenire. Analogamente ad una carta statica, ma senza l'inclusione di una legenda o di una scala specifica. L'attività richiederà ragionamenti o una loro ricostruzione

[9] Nel caso delle sperimentazioni qui proposte si è utilizzata sabbia di quarzo a granulometria 0,2 mm.

[10] Questi percorsi sono stati sviluppati negli ultimi decenni in ambito psicoterapico per la gestione di traumi e conflitti. Si affidano alla particolarità elementare del gioco della sabbia, svolto in un ambiente libero ma allo stesso tempo limitato e protetto, su cui vengono costruiti scenari basati su innumerevoli personaggi, modellini di svariate tipologie umane, animali o inventate, resi visibili e disponibili intorno alla stanza in cui si svolge la terapia. Le attività prevedono di lavorare sulla psiche della persona con la scelta dei personaggi, l'invenzione di storie e l'interazione con la sabbia ed il suo contenitore.

separata, mentre le montagne e i mari saranno modellati dalle mani di chi usa la Sandbox. Associando diverse altre applicazioni alla topografia di base potremo ricostruire ecosistemi ed habitat animali, con l'associazione di specifici esseri viventi – simboliche selezioni animate, pesci, tartarughe, squali, uccelli e mammiferi per un'applicazione ecologica – che vivranno determinati ambienti modellabili, resi verosimili nella fluidità dinamica della scena e dai suoni evocativi emessi. Oppure ancora potremo ottenere la produzione del processo del vulcanesimo, la costruzione di una vestizione topografica desunta intorno a quadranti, ed anche applicazioni legate all'immaginazione e la fantascienza. Diversi software produrranno queste diverse rappresentazioni, a cui potremo aggiungere la nostra creatività o quella degli altri.

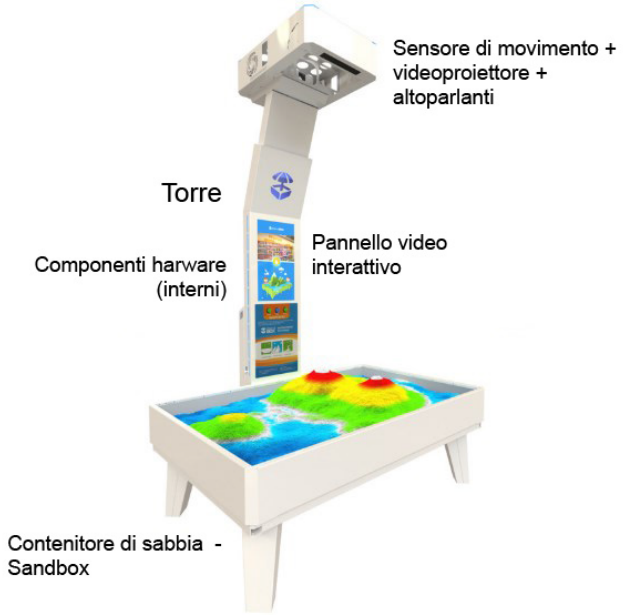

Figura 2: Modello di macchina Virtual iSanbox di Augmented Reality

4. Progettare mondi in diversi scenari: inclusività e singolarità delle Virtual Sandbox nell'universo tecnologico dell'Augmented Reality

Nella dimensione educativa la macchina Sandbox è rivolta potenzialmente a tutti. Nel caso qui trattato le sperimentazioni sono state avviate con bambini di età compresa tra i 3 e gli 11 anni, compresi alunni con disabilità

fisica o cognitiva. Sfruttando una componente altamente immersiva la Sandbox diventa un grande strumento inclusivo e trasversale nell'educazione per competenze e nello sviluppo della dimensione cooperativa. Rende possibile un apprendimento per simulazione, costruito intorno a una inclusiva, estensiva, complessa e presente illusione (Lombard, Ditton, 1997), convincente in una dimensione di verosimiglianza simbolica rispetto alla realtà (Sanchez-Vives, Slater, 2005). Il punto cruciale rispetto ad altre macchine digitali e di realtà aumentata è che la manipolazione e il gioco sono di tipo materiale, non digitale: si interagisce con la sabbia e potenzialmente con innumerevoli altri modellini che potremo progettare in autonomia. Nell'insieme di colori, ambienti e situazioni che si andranno a creare, si recupererà una dimensione affine alla *fashination* descritta dall'*Attention Restoration Theory* intorno agli ambienti naturali (Kaplan, Kaplan, 1989), una attenzione involontaria che non richiede sforzi per essere mantenuta. Ad essa possiamo aggiungere una intensa attività progettuale e di collegamento con altri percorsi. È importante anche considerare che queste macchine non sono fini a sé stesse; costituiscono un utile complemento a tutto ciò che possiamo fare e inventare. Possiamo anche considerare la connessione con la *biophilia hyphotesis*, o empatia ecologica (Wilson, 1984), che considera la connessione umana innata con la natura e l'attrazione verso le componenti ecologiche che nella Virtual Sandbox sono evocate dalla sensazione di essere parte di una realtà più grande in cui si è totalmente protagonisti (McGonigal, 2011).

Nelle attività con alunni con disturbi specifici dell'apprendimento (DSA), bisogni educativi speciali (BES) o con disabilità è sfruttabile il coinvolgimento e il potenziamento cognitivo, migliorando la capacità di attenzione e concentrazione, le abilità sociali e lo sviluppo motorio. Ricostruire la quiete, ad esempio, la condizione percettiva sperimentabile in un bosco, stando in silenzio e riproducendo i suoni della natura, nella penombra: ci sono stati bambini con disabilità specifiche di apprendimento che non hanno mai utilizzato colori per disegnare che, relazionati a queste nuove dimensioni, hanno progressivamente iniziato a disegnare il mondo con tutti i colori dell'arcobaleno. E portati poi successivamente in un bosco, durante un intero percorso mantenuto nel tempo, si sono espressi come mai capitato prima nella loro vita.

Sulla base dei differenti scenari progettati possiamo considerare di sviluppare percorsi intorno a tre grandi gruppi tematici.

Il primo, intorno a percorsi legati alla geografia emozionale. La grande fascinazione della dimensione percettiva permette di integrare l'uso dei sensi, realizzando esplorazioni, lavorando sul movimento, in dimensioni che sconfinano tra la creazione artistica e la mappatura soggettiva dello spazio. In percorsi per l'infanzia, ad esempio (Figura 1), la costruzione di storie

connesse con le diverse stagioni, con racconti narrati nel "teatro geografico" che continuino in uscite sul terreno di ricerca esplorativa e al confronto con gli elementi e dei colori della storia. Anche nei confronti tra realtà e invenzione – l'inverno, ad esempio, nella realtà non risulterà sempre così bianco.

Il secondo scenario sviluppa percorsi legati alla geografia fisica, integrabili con temi di geografia umana ed ecologia. Tramite intuizione e visione di sintesi questi percorsi permettono di manipolare gli aspetti ambientali, comprendendone le relazioni ecologiche, i climi, l'orografia, il vulcanesimo, il ciclo delle acque, l'origine dei fiumi; riguardo alla biosfera è possibile ricostruire gli habitat animali e avviare ragionamenti intorno alla loro estensione e caratterizzazione come biomi. I percorsi possono integrare il tema dell'impatto dell'azione umana nella trasformazione dell'ambiente fisico, con le sue conseguenze in termini di sostenibilità. Possiamo stimolare capacità di *problem solving*, legando questioni che riguardano la gestione e l'uso delle risorse idriche, il cambiamento climatico, la sostenibilità, i rischi naturali e le conseguenze degli interventi umani sull'ambiente fisico del pianeta e le sue risorse. Possiamo lavorare nella direzione di una intensa sensibilizzazione, nella dimensione già proposta dalla Convenzione Europea del Paesaggio (art. 6) e trasferibile in termini progettuali nella realtà.

Infine, il terzo scenario riguarda percorsi topografici. In questi percorsi possiamo partire dallo sviluppo in termini di complessità delle classiche attività di *coding* per l'infanzia, fino a percorsi più articolati ma sempre intuitivi dedicati alla rappresentazione cartografica, alle sue tecniche e ai metodi di misurazione, all'uso di coordinate, alle isolinee, alla lettura e la creazione di carte. L'integrazione di diversi software e di rappresentazioni esterne al supporto Virtual Sandbox permette di cogliere aspetti spesso di difficile comprensione sui libri di testo, dove mancano la sperimentazione esperienziale e la manipolazione. Possiamo, ad esempio, superare letture nozionistiche e di scarso approfondimento, come il ragionamento di cosa sia una montagna - spesso affrontato in modo astratto, quando non sbagliato, sui libri di testo scolastici (Figura 3). Una strada è quella di avviare, ad esempio, un percorso intorno alla valutazione delle superfici territoriali, ricondotto in modo esperienziale e di ragionamento intuitivo. Utilizzando un supporto che ricostruisca i reticoli, senza vestizione cartografica, noi possiamo farli ridisegnare con dei cordini, in modo che rimangano conservati e visibili sulla sabbia. Subito dopo si andrà a cambiare scenario, sovrapponendo una rappresentazione tematica con isolinee e colorata a gradienti, dal verde delle aree pianeggianti, al giallo e il marrone chiaro per le altimetrie più contenute, al marrone scuro per le aree che rappresentano l'alta montagna. Osservando i reticoli mantenuti in precedenza possiamo farli ridisegnare a parte, su un foglio, in cui faremo associare un colore – rosso o verde, in termine di

prevalenza – o un valore stimato di quantità di superficie montana ai singoli quadranti. Questo diventerà una mappa – tecnicamente l'attività costituisce una semplificazione dei processi di generalizzazione e riclassificazione realizzabili in ambiente GIS. In un modo intuitivo ed efficace sarà possibile produrre una rappresentazione cartografica delle aree montane o non montane sulla base delle superfici territoriali e la loro media altimetrica. Questo è un percorso che potremmo considerare come conseguente ad una uscita sul terreno, o alla modellazione della montagna dal punto di vista qualitativo, nella congiunzione di un percorso intorno alla montagna con ragionamenti trasversali ed arricchenti.

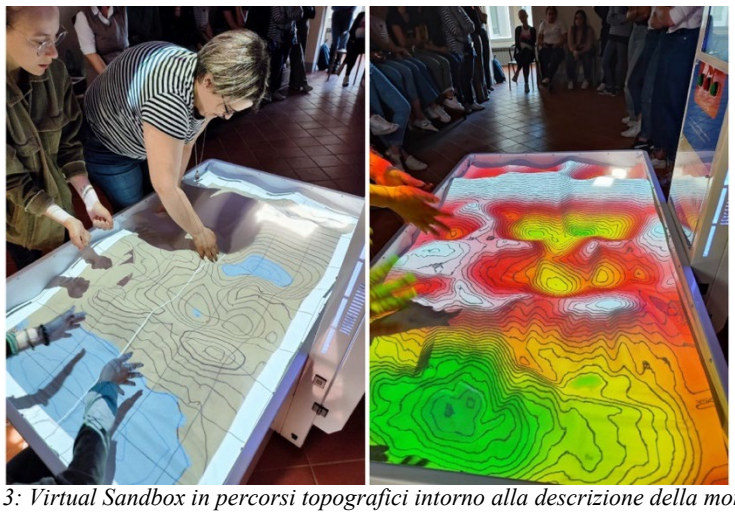

Figura 3: Virtual Sandbox in percorsi topografici intorno alla descrizione della montagna
Fonte: Alberto Di Gioia, Laboratorio di Fondamenti e didattica della Geografia, Savigliano (CN), prof.ssa Paola Gino

5. Conclusioni

Pensare a percorsi legati all'educazione geografica oggi significa immaginare percorsi trasversali alle competenze, con al centro l'esplorazione e il gioco, l'uso dei sensi e delle emozioni, la scoperta e l'interpretazione dei luoghi, *l'Outdoor Education*. Le GEOtecnologie possono funzionare all'interno dei nostri percorsi se integrate, complementari e utili a sviluppare queste attività. Se infatti i supporti tecnologici sono parte integrante della storia didattica della geografia, oggi non è per nulla scontato che tutte le tecnologie e le applicazioni possano considerarsi, di per sé, utili alla didattica e all'educazione in senso lato. Insegnanti che dichiarano "senza Google non si fa niente" si sono arresi ad un dio invisibile e senza forma che condizionerà quello che loro stessi,

i bambini e i ragazzi potranno inventare[11]. Tecnologie che servono, quindi, se forniscono un valore aggiunto al nostro lavoro, se aiutano ad aggiungere stimoli, completezza, chiarezza e interdisciplinarità a percorsi che potremmo – e sapremmo – già avviare con le nostre capacità all'interno di percorsi didattici ed educativi. In un certo senso possiamo considerare come GEOtecnologie migliori quelle che scompaiono all'interno del nostro lavoro, rendendo protagonisti noi, i nostri percorsi e chi realizza le attività. Automaticamente le peggiori saranno quelle che si sostituiscono al nostro lavoro, si intromettono nelle nostre capacità di rielaborazione fornendo supporti e modelli standardizzati, sempre uguali e non adattivi, oppure che non permettono completamente il gioco, l'esplorazione, la manipolazione stimolando domande educative, fornendo anzi risposte prima che ci siano domande.

Nel testo si è illustrato come la tecnologia delle macchine Virtual Sandbox AR possa essere aggiunta ai percorsi di didattica ed educazione geografica. Essa può fornire un particolare contributo trasversalmente all'inclusione, allo stare insieme in un'ottica di Cooperation Learning, integrando l'acquisizione di spirito critico del pensiero analitico e lo stare insieme della dimensione emozionale. Nei nostri «teatri geografici» potremo strutturare percorsi basati sulla narrazione, sul costruire e rappresentare storie tramite il role playing, ma al contempo avviare percorsi incentrati sul mondo scientifico e tecnologico. Potremo comprendere l'importanza di un'educazione che parta dalle dimensioni esperienziali e laboratoriali, al fine di avvicinare le persone alla scienza e alle attività umanistiche, il più possibile interconnesse attraverso il ruolo di importante cerniera, ponte, dell'educazione geografica.

Con questi percorsi potremo aprire anche la dimensione educativa al pubblico, nell'impegno comunitario legato al riconoscersi in una comunità, al responsabilizzarsi al suo interno e al renderla aperta nella dimensione dell'inclusione – in altri termini nella costruzione di una comunità educante (Indicazioni Nazionali). Il principio è quello per cui una vera comunità nasce da interessi comuni esistenti su un territorio (Aime, 2019), che possono rendere le loro relazioni più profonde ed efficaci grazie ai vantaggi della tecnologia – e non viceversa.

[11] Oltre al fatto che, a parità di click e tempo speso, con supporti differenti come il mondo di *Openstreetmap.org* (OS) possiamo ottenere supporti molto più completi, coerenti e consistenti in attività legate alla cartografia, l'interpretazione del territorio, il posizionamento. Inoltre, il cittadino che apre su piattaforme commerciali rappresentazioni di territorio sarà trasformato in utente predisposto a realizzare attività utili alla commerciabilità dell'esperienza; è sufficiente provare ad aprire una rappresentazione della vostra città: quali punti di interesse vedrete emergere tra gli altri? Quelli di categorie commerciali e di servizio, oltre che le designazioni di luoghi non gerarchicamente definiti che permettano di localizzare i punti di interesse. In questo modo vedremo comparire allo stesso modo nomi di luoghi e località molto diverse tra loro, talvolta persino inesistenti – come toponimi.

Possiamo pensare di inserire in questo percorso anche il futuro della progettazione scolastica e della dotazione tecnologica, trasformando quei processi gran bazar avviati negli ultimi anni e legati all'accumulo di apparecchiature ad alta intensità di spesa in qualcosa di nuovo. Qualcosa che permetta di costruire un percorso di rete e di integrazione del mondo scolastico ed extra-scolastico, sulla scia ad esempio delle attività di Public Engagement e le attività di Terzo Settore avviate dalle Università.

Nel caso delle macchine Virtual Sandbox AR è difficilmente proponibile e sensato, infatti, che ogni scuola dell'infanzia o primaria si doti di questo tipo di tecnologia. E potremmo estendere questo anche ad altri casi. Quello che potrebbe andare a delinearsi è la costruzione di una rete che progressivamente nelle Regioni, nelle Province, nelle città – in base ai diversi territori – crei la presenza di hub tecnologici specializzati e coinvolti direttamente nei processi educativi e della formazione, come possono essere le sedi Universitarie e i loro centri di eccellenza tecnologici, certi musei, le realtà innovative definite da Fondazioni come il progetto del Rondò dei Talenti avviato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo – CRC. Questi centri si potranno dotare di queste tecnologie e del personale idoneo al loro uso, strutturandosi progressivamente all'interno dei percorsi di progettazione scolastica e innovando le attività svolte in un'ottica di permeabilità al territorio. Si tratta di avviare percorsi consolidati e ripetibili di attività svolte dalle scuole fuori dalle scuole, senza dover riprogrammare ogni anno da zero tutte le uscite, le attività, i progetti che si intendono sviluppare, ma considerando che parte delle attività esperienziali del curriculum scolastico potranno essere realizzate anche esternamente. In nuove modalità anche tecnologiche, sì, ma prima di tutto laboratoriali, cooperative, esplorative, massimamente inclusive.

Riferimenti bibliografici

Aime, M. (2019). *Comunità*. Il Mulino.

Betti, S., Borghi, D., & Virgini, L. (2023). Sandbox Augmentation Reality (AR): Geotecnologie per una didattica della Geografia tra inclusione e integrazione. In M. Lazzeroni, M. Morazzoni, & P. Zamperlin (Eds.), *Geografia e tecnologia: Transizioni, trasformazioni, rappresentazioni* (pp. 651-659). Società di Studi Geografici.

Blaschke, T., & Merschdorf, H. (2014). Geographic information science as a multidisciplinary and multiparadigmatic field. *Cartography and Geographic Information Science, 41*(3), 196-213.

Bradway, K., & McCoard, B. (2020). *Sandplay: Silent workshop of the psyche*. Taylor & Francis.

Dematteis, G. (2011). La geografia nella scuola: sapere geografico, territorio, educazione. In C. Giorda & M. Puttilli (Eds.), *Educare al territorio, educare il territorio* (pp. 23-32). FrancoAngeli.

Dematteis, G., & Giorda, C. (2013). Territorial values and geographical education. *J-Reading, 1*(2), 17-32.
Di Gioia, A. (2023). Metodologie sistemiche per l'Human Learning nella didattica della Geografia. In M. Lazzeroni, M. Morazzoni, & P. Zamperlin (Eds.), *Geografia e tecnologia: Transizioni, trasformazioni, rappresentazioni* (pp. 661-670). Società di Studi Geografici.
Giorda, C. (2014). *Il mio spazio nel mondo. Geografia per la scuola dell'infanzia e primaria*. Carocci.
Giorda, C., & Puttilli, M. (Eds.). (2011). *Educare al territorio, educare il territorio*. Carocci.
Goodchild, M. F. (2007). Geography prospers from GIS. *ArcWatch*. https://www.esri.com/news/arcwatch/0407/feature.html
Iori, V. (2018). *Educatori e pedagogisti. Senso dell'agire educativo e riconoscimento professionale*. Erickson.
Kalff, D. M. (2020). *Sandplay: A psychotherapeutic approach to the psyche*. Analytical Psychology Press. (Ed. it., 2022, *Il gioco della sabbia e la sua azione terapeutica sulla psiche*, Edizioni Magi).
Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press.
Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication, 3*(2). https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x
McGonigal, J. (2011). *La realtà in gioco*. Apogeo.
Mérenne-Schoumaker, B. (1994). *Didactique de la géographie*. Nathan.
Morri, R., Pavia, D., & Pesaresi, C. (2023). Geotecnologie ed educazione geografica. In M. Lazzeroni, M. Morazzoni, & P. Zamperlin (Eds.), *Geografia e tecnologia: Transizioni, trasformazioni, rappresentazioni* (pp. 637-640). Società di Studi Geografici.
Mortari, L. (2023). *Apprendere dall'esperienza*. Carocci.
Pesaresi, C. (2020). Le storymap e il digital storytelling per avvicinare alla geografia e al mondo dei GIS. In G. De Vecchis, D. Pasquinelli d'Allegra, & C. Pesaresi, *Didattica della geografia* (pp. 312-320). UTET.
Polimeni, A. (2022). Dalla società della conoscenza alla società per la conoscenza: Polis universitaria e cittadini del sapere, del saper fare, del saper essere e del saper trasmettere. *Prolusione dell'anno accademico 2022-2023 dell'Università La Sapienza di Roma*, 1, 3-14.
Sanchez-Vives, M., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience, 6*(4), 332-339.
Thémines, J. F. (2016). La didactique de la géographie. *Revue française de pédagogie, 197*, 99-136.
Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.
Zhang, Y., & Zhu, Z. (2016). Interactive spatial AR for classroom teaching. In L. De Paolis & A. Mongelli (Eds.), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics. Proceedings of the International Conference AVR 2016, Part II*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40621-3_34
Zorloni, L. (2023). La scuola ha 2,1 miliardi di euro da spendere in tecnologia ma non sa come fare. *Wired*. https://www.wired.it/article/scuola-pnrr-classi-laboratori-realta-virtuale-bandi

SandBox AR e StreamBox AR: nuovi orizzonti tecnologici per la didattica laboratoriale della geografia

di Simone Betti[*], Diego Borghi[**], Lorenzo Virgini[***]

1. Introduzione

È proseguito nel solco della continuità, da parte del gruppo di geografi dell'Università degli Studi di Macerata[1], lo sviluppo *hardware* e *software* della *SandBox* Augmented Reality (*SbAR*), già resa disponibile nel 2022 come prototipo nei corsi del Piano Nazionale per la Formazione dei Docenti (PNFD)[2]. Parallelamente agli aspetti più tecnici, è maturato il confronto tra la Geografia e il team di ricerca della *Didactic and Special Pedagogy* dell'Ateneo maceratese. In virtù di questo dialogo interdisciplinare e di quello condotto nelle scuole con docenti e discenti, la SbAR è riuscita in una progressione teorico-pratica in grado di cogliere la pluralità delle esigenze in termini di inclusività e accessibilità. Tale passaggio è avvenuto tenendo conto del tratteggio di un "gioco con la sabbia" quale *ἀρχή* delle attività ludiche con rilevanza pedagogica ed educativa per la Geografia (Betti, Borghi, Virgini, 2023), che parte dall'osservazione della genesi dell'AR applicata

[*] Dipartimento di Scienze della Formazione, dei Beni Culturali e del Turismo, Università degli Studi di Macerata, simone.betti@unimc.it

[**] Dipartimento di Studi Umanistici, Università degli Studi di Macerata, d.borghi@unimc.it

[***] Dipartimento di Scienze della Formazione, dei Beni Culturali e del Turismo, Università degli Studi di Macerata, l.virgini1@unimc.it

[1] Il riferimento è al gruppo operativo di geografi dell'Università degli Studi di Macerata che hanno lavorato alla SandBox AR e StreamBox AR. Il team è formato dal prof. Simone Betti, dal dott. Diego Borghi e dal dott. Lorenzo Virgini.

[2] I corsi del Piano Nazionale per la Formazione dei Docenti (PNFD) 2022, destinati ai docenti della scuola superiore di primo e di secondo grado, sono stati coordinati per l'ambito geografico nell'Università degli Studi di Macerata dal prof. Carlo Pongetti e, nella fase laboratoriale, dal prof. Simone Betti.

alla "scatola" (Jenkins, Gant e Hopkins, 2014; Reed *et al*., 2014; Reed *et al.*, 2016; Bolkan, 2016).

È maturato, nell'osservazione delle potenzialità espresse dal possesso di un sistema proprietario nella sua interezza, il convincimento dell'opportunità di mantenere gli aspetti realizzativi in un regime di artigianalità, autofinanziamento e sostenibilità dei materiali, non di rado frutto di riciclo e ripristino. Tale scelta si è rivelata premiante nell'incremento delle conoscenze personali e nella possibilità di operare, tanto su modifiche dell'apparato *hardware* quanto su *update* del *software*, con una maggiore libertà e capacità di controllo. Difatti, in virtù dell'esponenziale incremento di applicativi tecnologici per la didattica, con i relativi problemi sottesi, si è sostanziata sempre di più l'esigenza di predisporsi a collaborazioni che tengano conto delle esigenze che possono emergere in fase di progettazione ed esecuzione; questo *step* guida l'approccio tanto con gli insegnanti quanto, in termini di trasmissione/apprendimento/coinvolgimento, con il ragazzo o, in generale, con l'utente finale (Caldarelli *et al*., 2023). Rappresenta ciò un taglio metodologico che, parallelamente a un gioco integrante di una didattica che guarda a spazi di realtà aumentata (Iommi, Del Bianco, D'Angelo, Capellini, Giaconi, 2022), ha agevolato l'edificazione di infrastrutture di collegamento tra spazio euclideo e "*cyberspace*", capaci di agevolare la strutturazione calibrata di piani didattici inclusivi (Caldarelli *et al*. 2023).

La dimensione virtuale offerta dalla *SbAR* ha permesso, specialmente durante la compressione governativa delle libertà individuali e sociali per il controllo del COVID-19, di veicolare concetti geografici e, in generale, geoscientifici. A tal proposito, sono da evidenziare le esperienze, svolte in contesto formale, di "uscita virtuale" al di là della finitezza delle mura scolastiche, mirate al parziale recupero delle potenzialità dell'osservazione quale mezzo di implementazione dell'azione didattica (Azzari, 2007; Giorda e Puttilli, 2011; Gilardi, 2012; Pioletti, 2013; De Vecchis, 2020). Contestualmente, è da sottolineare quale dato fattuale l'impatto delle tecnologie nell'implementazione della didattica, divenuto incontrovertibile durante e dopo la crisi pandemico-sanitaria (Corsi, 2020; Stramaglia, 2020), sebbene tale progresso non vada a escludere le forme di apprendimento tradizionali, condotte in aula. Offre questo la cornice entro la quale, attraverso il funzionamento induttivo e tattile, si muove l'esperienza della "scatola di sabbia" in *AR*; in quanto, per una trasmissione efficace, rimane essenziale il *mix* tra il lavoro del docente con il discente in classe, la frequentazione diretta degli ambienti reali e la parte complementare del dato virtuale.

Non di rado, uno degli aspetti caratterizzanti i progetti di SandBox AR è la limitazione visuale che, per esempio, nella rappresentazione idrografica non consente di scendere sotto il piano digitale del terreno dato dalla sabbia

e dell'applicazione dei gradienti di colore che vengono restituiti dal dialogo tra il sensore di *motion detecting* (Microsoft Kinect - Xbox One di Microsoft, nel caso in oggetto) e del proiettore attraverso il *software* (Wellmann *et al*., 2022). Al fine di oltrepassare proprio quest'ultima barriera, le "Officine didattiche", nel quadro del 65° Convegno Nazionale A.I.I.G, sono state occasione prestigiosa per la condivisione con la comunità scientifica e con gli addetti ai lavori del progetto denominato StreamBox Augmented Reality (*StAR*). Quest'ultimo ha saputo trovare proprio nella proprietà del *software* di *AR* e nella manualità, acquisita nella costruzione e nell'assemblaggio delle componenti *hardware*, una valevole via per implementare l'esplorazione, mantenendo pressoché inalterata l'esperienza tattile e l'elemento ludico-didattico. La *StAR* riesce a restituire il concetto di "Terra" quale sistema integrato e dinamico, che trova un suo *frame* in uno strumento in grado di porre docente e discente in condizione di visualizzare e di interagire con alcuni dei processi geomorfologici che riguardano la relazione tra idrosfera e litosfera. Infatti, la coesistenza in un'unica "scatola" della sabbia e dell'acqua, parallelamente a due artigianali generatori meccanici di onde e di precipitazioni piovose, ai quali vanno a sommarsi gli effetti dell'*AR*, ha fatto sì che si possa restituire con efficacia, da un punto di vista didattico, fenomeni come il modellamento costiero, il trasporto e la sedimentazione dei detriti o alcune fasi del ciclo dell'acqua, con l'intrinseca opportunità di andare a individuare percorsi didattici che visualizzino la narrazione, talora complessa, della relazione tra dati naturali e antropici. La StreamBox AR, nonostante sia stato un obiettivo già visualizzato agli albori della SandBox AR, si è sostanziata in divenire, passando attraverso incontri scientifici, formativi e divulgativi presso il *Research Center of Teaching and learning, Inclusion, Disability and Educational Technology* (Centro TIncTec) dell'Università degli Studi di Macerata e negli istituti scolastici e no (Figura 1 e 2).

Il presente elaborato sottende l'intento di superare due delle criticità più di frequente sollevate nei dialoghi tra "mondo della ricerca" e "mondo della didattica" – scarsa disponibilità finanziaria e mancanza di *know-how* – fornendo plasticamente un'alternativa concreta e accessibile nel segno del *self-financed*, del *handcrafted* e del *recycling*.

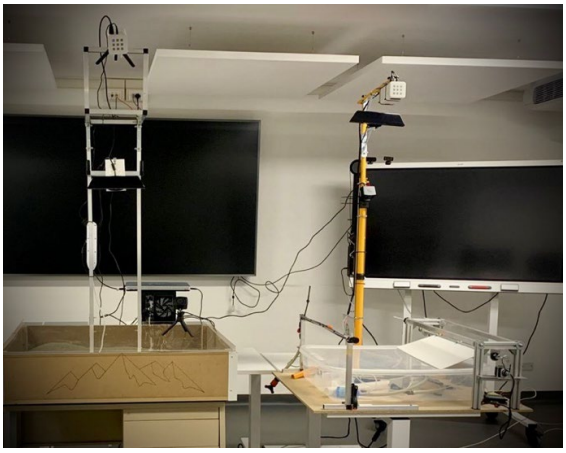

Figura 1: Setting della SandBox AR e della StreamBox AR presso Centro TlncTec (UniMc)
Fonte: *immagine degli autori*

Figura 2: La SandBox AR alla settimana della cultura 2023 presso la *Biblioteca comunale "Enzo Conti" di Montegranaro (FM)*
Fonte: *immagine degli autori*

2. La StreamBox AR: meccanica aumentata per la didattica delle dinamiche idrografiche

La realizzazione di simulazioni fisiche per lo studio dell'erosione costiera

e del modellamento fluviale può essere un valido strumento didattico per comprendere la dinamica e l'evoluzione della Geografia di questi specifici ambienti. La *SbAR*, come si è detto, ha una enorme potenzialità: essendo un prototipo realizzato dal team maceratese, ha il vantaggio di essere completamente libera da licenze, aprendo alla possibilità di aggiornare e integrare *hardware* e software. Dalle esperienze fin qui condotte, sembrano emergere ulteriori possibilità di implementazione: nel novero delle integrazioni suggerite dai test realizzati nelle classi di Scuola secondaria di I e II Grado, che hanno visto l'utilizzo della tecnologia in contesti d'insegnamento reali, emergono necessità rispetto alla didattica di specifici ambienti geografici che subiscono, naturalmente, trasformazioni diacroniche di lungo periodo. L'idrografia rappresenta certamente uno di questi (Visentin, 2024), comprendendo anche la descrizione dei fenomeni erosivi e di trasporto (Marchetti, 2024), meno apprezzabili con esperienze dirette sul campo o altre metodologie della didattica della Geografia: oltre all'uscita, si ricorre spesso a osservazioni indirette attraverso la cartografia o immagini fotografiche e satellitari (De Vecchis, Pasquinelli D'Allegra e Pesaresi, 2020). Nella logica dei laboratori di Geografia, ambito in cui gli strumenti tecnologici quali la SandBox AR esprimono maggiormente il loro potenziale didattico, sperimentare tali fenomeni significa ricorrere a simulazioni o modelli perlopiù di natura digitale.

Tabella 1: Tabella riassuntiva delle tecnologie con i rispettivi acronimi, mediatori e descrizione narrative delle potenzialità didattiche

Strumento	Acronimo	Mediatore	Potenzialità
SandBox AR	*SbAR*	- Sabbia lavata di fiume - Sabbia quarzifera	Strumento didattico per l'insegnamento della Geografia, capace di combinare la manipolazione fisica della sabbia con la sovrapposizione dinamica di elementi in realtà aumentata. L'interazione tattile e visiva favorisce un apprendimento esperienziale basato sulle metodologie attive, potenziando la comprensione dei concetti geografici attraverso un approccio immersivo. La versatilità dello strumento permette un adattamento alle diverse esigenze didattiche, risultando particolarmente efficace nei contesti educativi inclusivi, dove gli studenti possono esplorare e modellare il territorio con un alto grado di coinvolgimento.

StreamBox AR	*StAR*	- Sabbia lavata di fiume - Sabbia quarzifera - Graniglia di plastica calibrata - Acqua e coloranti liquidi	Sistema avanzato che integra componenti meccaniche e digitali per la simulazione di fenomeni idrografici complessi. Lo strumento combina la manipolazione della sabbia con l'uso di acqua e generatori meccanici di onde e precipitazioni, permettendo di osservare in tempo reale processi quali l'erosione costiera, il trasporto sedimentario e la formazione di sistemi fluviali. L'interazione diretta con il modello consente agli studenti di sperimentare in modo concreto le dinamiche geografiche, migliorando la comprensione dei processi naturali attraverso un approccio *hands-on*.

2.1 Perché un upgrade della SandBox AR? La costruzione di simulatori meccanici per l'apprendimento della geografia dei fenomeni erosivi

L'osservazione degli studenti in classe impegnati con le tecnologie di realtà aumentata rileva alcuni aspetti interessanti: queste sono tanto più efficaci quando è l'utente a dover interagire con esse. È l'aspetto che, ancora in fase di studio, vede coinvolti – tra i nuovi KPI (*Key Performance Indicators*, indicatori di performance) individuati per la misurazione degli impatti della SandBox AR sulle comunità scolastiche – *l'engagement* e l'*involvement* (Stavroulia *et al*., 2019; El Sayed, Zayed e Sharawy, 2010). Proprio il secondo indicatore, quello del coinvolgimento operativo, è tanto più impattante quando è l'utente a modellare il fenomeno geografico oggetto di studio. I modelli digitali (Miele, 2023, 2022), che sono certamente implementabili tra le funzioni del *software* della *SbAR* costruita a Macerata, risulterebbero tuttavia poco plasmabili da uno studente, andando a incidere sulle performance dell'*involvement* KPI (Shain e Yilmaz, 2020; Dunleavy, Dede e Mitchell, 2009).

L'analisi dell'*engagement* durante l'utilizzo di modelli di simulazione dei fenomeni erosivi evidenzia che tali strumenti risultano essere i più efficaci in termini di coinvolgimento ma presentano alcuni limiti dal punto di vista didattico: la *SbAR*, infatti, offre la possibilità di visualizzare in modo coinvolgente una varietà di processi geografici, ma potrebbe presentare la tendenza a rendere l'esperienza di apprendimento troppo virtuale, riducendo il

contatto con la realtà fisica e materiale (Shain e Yilmaz, 2020; Clini *et al*., 2017; Gargalakos *et al*., 2011). Il modello di simulazione, certamente coerente con l'ambiente modellato sulla sabbia dallo studente, non interagisce – di fatto – con un'azione fisica su di esso nella SbAr: non modifica la struttura del medium, ma proietta rappresentazioni su di essa. In questo modo, si rischia un eccessivo sbilanciamento verso il canale digitale, poco efficace nel trasmettere le complesse dinamiche dei fenomeni naturali, soprattutto in contesti laboratoriali dove è privilegiata la metodologia del *learning by doing*.

È in questo contesto che nasce l'idea di sviluppare un *hardware* proprietario più avanzato e funzionale come nel caso della *StAR*, composta da un simulatore di onde del mare e da un modellatore fluviale, che possano fungere da *upgrade* per la *SbAR*. Questi strumenti hanno l'obiettivo di integrare l'aspetto fisico e meccanico con quello digitale, tentando di migliorare l'efficacia didattica, permettendo agli studenti di vivere esperienze più dirette pur restando nella logica della modellistica.

2.2 La StreamBox: sviluppo di prototipi a basso costo come upgrade della SandBox AR

La *StAR* si propone come una soluzione per combinare l'aspetto digitale e un'interazione meccanica sulla sabbia: l'idea è di creare un ambiente in cui i processi di erosione e i moti ondosi, possano essere simulati in modo realistico, tangibile e visibile. Questo strumento permette di osservare in tempo reale l'effetto dell'acqua, aggiunta al medium contenuto nella scatola, su diverse tipologie di terreni e sedimenti, offrendo una rappresentazione più accurata di ciò che accade in natura. La possibilità di manipolare fisicamente il terreno, aggiungere o rimuovere materiali e osservare le conseguenze delle azioni di questi elementi, consente agli studenti di comprendere meglio i meccanismi di erosione, sedimentazione e trasporto. Lo studio dello stato dell'arte individua due tipologie di prodotti sul mercato che, tuttavia, non rispondono immediatamente alle necessità della didattica della Geografia: i sistemi *Wavetank* e simulatori di minore grandezza, reperibili da un solo fornitore negli Stati Uniti. I primi sono destinati a utilizzi industriali (Kurnia, Badriana e Van Groesen, 2017; Kurnia *et al*., 2015) mentre i sistemi venduti dall'Università dell'Illinois sono destinati allo studio della fluidodinamica dei fiumi[3]; si aggiungano i costi – proibitivi per la maggior parte delle istituzioni scolastiche – e l'impossibilità di ottenere sistemi aperti e facilmente scalabili sulle necessità didattiche (Arici *et al.*, 2019).

[3] https://emriver.com/about-us/

La logica costruttiva degli *upgrade* in corso di sviluppo vede tre punti imprescindibili, mutuati dalla politica realizzativa della stessa *SbAR*: la replicabilità, il contenimento dei costi e la possibilità di realizzazione all'interno di contesti laboratoriali. Il sistema di simulazione prevede tre parti meccaniche comandate da schede di controllo digitali che automatizzano movimenti ed erogazione dell'acqua. L'*hardware* di partenza è quello della *SandBox AR*, rivisitato in alcune accortezze costruttive: la vasca contenente il medium di simulazione, la sola sabbia nella *SbAR*, risulta di materiale plastico trasparente per permettere di visualizzarne il contenuto; le dimensioni possono variare pur mantenendo un rapporto di diagonale vicino ai 16:9 necessario alla proiezione della *AR* priva di distorsioni grafiche. All'interno, oltre alla sabbia, è possibile inserire delle graniglie – plastiche, resinose o quarzifere – colorate differentemente in funzione della diversa granulometria. L'altro mediatore è l'acqua, anch'essa all'interno della scatola trasparente, che andrà a interagire con il terreno modellato attraverso sistemi meccanici. I sistemi meccanici di movimento sono diversi e costituiscono due strumenti di simulazione utilizzabili anche contemporaneamente nella stessa scatola durante le sperimentazioni: il simulatore di onde del mare (Figura 3) e quello di circolazione di acqua sul modello, divisibile, a sua volta, in simulatore fluviale e dispersore di precipitazioni meteoriche (Figura 4).

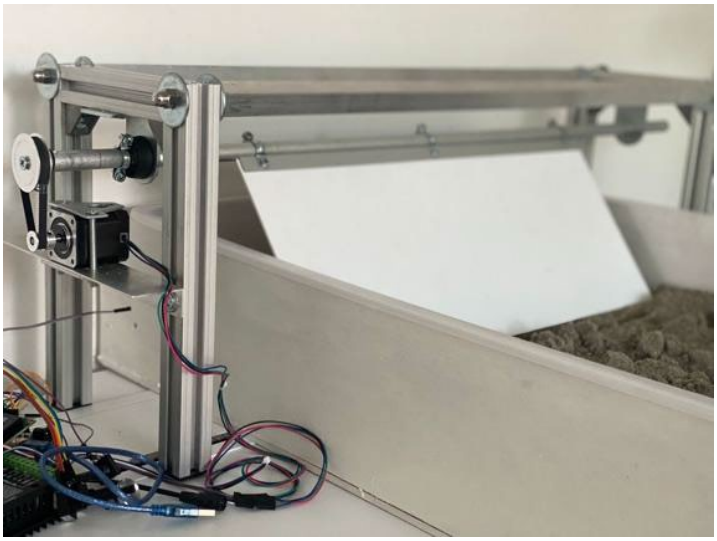

Figura 3: Simulatore di onde del mare
Fonte: immagine degli autori

Figura 4: Simulatore fluviale e di precipitazioni meteoriche
Fonte: immagine degli autori

Il primo è costituito dall'*hardware* più complesso, tuttavia facilmente replicabile in contesti classe di Scuola secondaria. Un supporto di alluminio costituito da profili modulari verticali e orizzontali sorregge un albero orizzontale a cui è applicata la pala rigida. Questo, montato su cuscinetti a sfera, compie movimenti circolari per mezzo di un motore elettrico passo-passo (*stepper*). La rotazione è impressa da un sistema di riduzione pulegge-cinghia, mentre il motore è comandato da un controller digitale designato ad imprimere gli impulsi e l'alimentazione. L'intero meccanismo misura 85x40 cm ed è modulare: è possibile agganciare in serie più simulatori di onde nel caso si vogliano applicare a modelli di vasca con dimensioni maggiori o per altre esperienze laboratoriali. L'idea di questo *upgrade* prende le mosse dai già citati *wavetanks* utilizzati nei campi dell'ingegneria (Van Groesen, She Liam e Lakhturov, 2010), ma vede sostanziali rivisitazioni nel design e nella messa a punto dei movimenti: solitamente i sistemi in commercio sono di difficile accesso, considerato che i campi d'applicazione privilegiati sono quelli della progettazione industriale. Il simulatore di fiumi e di precipitazioni atmosferiche ha un design più semplice: è composto da un sistema di tubi d'acqua e rubinetti deviatori collegati a una pompa a immersione – alimentata a bassa tensione – che pesca acqua da un recipiente posto sotto al modello; un sistema di scarico, solidale alla vasca principale della *StAR*, finisce nel recipiente consentendo il recupero del fluido in circolo. Allo stesso circuito è possibile collegare, tramite deviatore, il simulatore di precipi-

tazioni composto da un secondo tubo munito di vaporizzatori (impiegati nella costruzione degli impianti di irrigazione) munito di piccole valvole che permettono l'inserimento di coloranti per simulare dispersione di inquinanti. L'ispirazione per il sistema fluviale è mutuata dai prodotti dell'Università dell'Illinois con due sostanziali modifiche: oltre alla maggiore economicità e modularità del prototipo maceratese, la presenza di deviatori e valvole elettro-attuate permette di interfacciare il sistema con un singolo *controller* Arduino designato a comandare tutti i meccanismi, anche contemporaneamente. Proprio l'Arduino Mega è il fulcro del progetto essendo in grado di controllare sia i movimenti del motore nel simulatore di onde del mare, sia i parametri di velocità (in termini di litri erogati) nel circuito fluviale. È munito di selettori (potenziometri e pulsanti) che permettono di variare sia gli impulsi inviati al moto-controllore, sia l'apertura/chiusura delle valvole; uno schermo permette di visualizzare i dati dell'esperimento che si sta conducendo. La scelta di questa scheda è stata ponderata partendo dalle ricerche in merito alla didattica delle STEM nella Scuola secondaria: lo stato dell'arte in merito, infatti, si occupa proprio dell'applicazione di questi sistemi nei contesti scolastici, dato il suo facile linguaggio di programmazione.

Il sistema di *upgrade* così composto va ad aggiungersi alla realtà aumentata già presente nella *SbAR*, combinando – nello studio dei fenomeni idrografici – meccanica e *AR*. Le lezioni sperimentate utilizzando gli aggiornamenti hanno trovato applicazione nella didattica dei processi naturali complessi come il modellamento costiero e fluviale. Le coste – in continuo cambiamento a causa di forze naturali quali onde, maree e correnti – possono essere studiate in dettaglio attraverso il simulatore integrato che riproduce l'erosione dei litorali, il trasporto di sedimenti e la creazione di nuovi paesaggi. Analogamente, il simulatore fluviale consente di esplorare il ruolo dei fiumi nella trasformazione del territorio, riproducendo fenomeni quali la creazione di valli e la deposizione di sedimenti. Gli utenti possono manipolare parametri chiave come la velocità del flusso d'acqua, la pendenza del terreno e la composizione dei sedimenti, sperimentando in modo interattivo gli effetti di queste variabili sui processi geografici. Dai primi dati raccolti, la combinazione di interazione diretta e visualizzazione in *AR* sembra migliorare la comprensione dei fenomeni idrografici, superando i limiti delle simulazioni puramente digitali.

3. Due esperienze laboratoriali con i sistemi aumentati di simulazione meccanica: meta-lezioni per la Scuola Secondaria di I e II grado

L'integrazione tra le nuove tecnologie digitali e gli approcci didattici tradizionali permette di esplorare fenomeni complessi come il modellamento costiero e fluviale, mantenendo inalterati i caratteri di immersività e interattività. Questo approccio si inserisce nel contesto del Piano Scuola 4.0[4] e del PNRR (Scuola Futura – Transizione digitale), che promuovono l'adozione di strumenti innovativi a supporto della multidisciplinarità e della sperimentazione nel campo dell'insegnamento. La possibilità di manipolare parametri fisici nei simulatori consente agli studenti di sviluppare una comprensione più profonda e dinamica dei fenomeni naturali, superando i limiti delle rappresentazioni tradizionali. Questo approccio stimola il pensiero critico e favorisce l'apprendimento attivo, incoraggiando gli studenti a porsi domande e a sperimentare soluzioni (Cornoldi, De Beni e Gruppo, 2020; Ferri e Moriggi, 2016), potenziando la capacità di analisi dei processi naturali complessi. In particolare, lo studio dei fenomeni costieri e fluviali offre una perfetta sintesi tra le discipline STEM e le scienze umanistiche, dimostrando come la Geografia possa fungere da catalizzatore per la costruzione di competenze trasversali (Primi, 2022). Inoltre, l'interazione tra realtà fisica e simulazione digitale non solo rende più coinvolgente l'esperienza di apprendimento, ma permette di visualizzare in tempo reale gli effetti di variabili ambientali, come le forze erosive sulle coste o il deposito di sedimenti nei corsi d'acqua. Le due lezioni, studiate per i due diversi ordini di scuola, prevederanno come impostazione comune:

1. lezione frontale sull'argomento, intervenendo anche sugli aspetti multidisciplinari;
2. esperimenti scientifici di valutazione empirica con i sistemi digitali, SandBox AR e StreamBox AR;
3. restituzione da parte degli studenti con uno storytelling di verifica attraverso le GEOtecnologie.

Questo tipo di sperimentazione rafforza la capacità di analizzare i cambiamenti territoriali e di prevedere le dinamiche future, fornendo agli studenti gli strumenti necessari per comprendere e affrontare le sfide ambientali contemporanee.

[4] https://pnrr.istruzione.it/news/pubblicato-il-piano-scuola-4-0/

3.1 "Paesaggi di fiume" per la Secondaria di I grado: geomorfologia, modellamento, scenari contemporanei

La meta-lezione si inserisce all'interno di una Unità d'Apprendimento (UDA) trasversale di Geografia e materie STEM e propone di esplorare i processi naturali legati ai corsi d'acqua superficiali, con particolare attenzione al ruscellamento, alla distinzione tra fiumi e torrenti e al concetto di bacino idrografico. Gli studenti saranno guidati nello studio delle caratteristiche dei corsi d'acqua e della loro azione di modellamento, tra cui erosione, trasporto e deposito dei sedimenti. Attraverso una combinazione di lezione frontale e attività pratiche con l'ausilio della StreamBox AR, verrà offerta un'esperienza di apprendimento immersiva e interattiva.

La lezione[5] si concluderà con una restituzione sotto forma di *storytelling* geografico sull'impatto dei fenomeni studiati, evidenziando l'importanza della gestione del territorio. Le attività interattive e collaborative stimoleranno negli studenti non solo una comprensione più profonda dei processi geografici, ma anche una consapevolezza critica sui rischi ambientali e sulle possibili soluzioni.

Obiettivi della lezione:

a. comprendere i processi geomorfologici dei fiumi, in particolare l'erosione e il trasporto dei sedimenti;
b. utilizzare l'*AR* per visualizzare e interagire con modelli dinamici di bacini idrografici;
c. esplorare il ruolo delle forze naturali nella formazione di paesaggi fluviali e costieri;
d. analizzare l'impatto umano sui sistemi fluviali e i rischi ambientali connessi.

Introduzione: panoramica sul concetto di bacino idrografico, spiegando come l'acqua si muove attraverso il territorio fino a raggiungere fiumi e mari. Si proiettano immagini con ricostruzioni grafiche di alcune morfologie fluviali, come negli esempi (Figura 5).

[5] La scansione temporale della lezione è stata ipotizzata come segue:
Introduzione di circa 10 minuti.
Attività con la StAR di circa 30 minuti.
Discussione finale di circa 20 minuti.

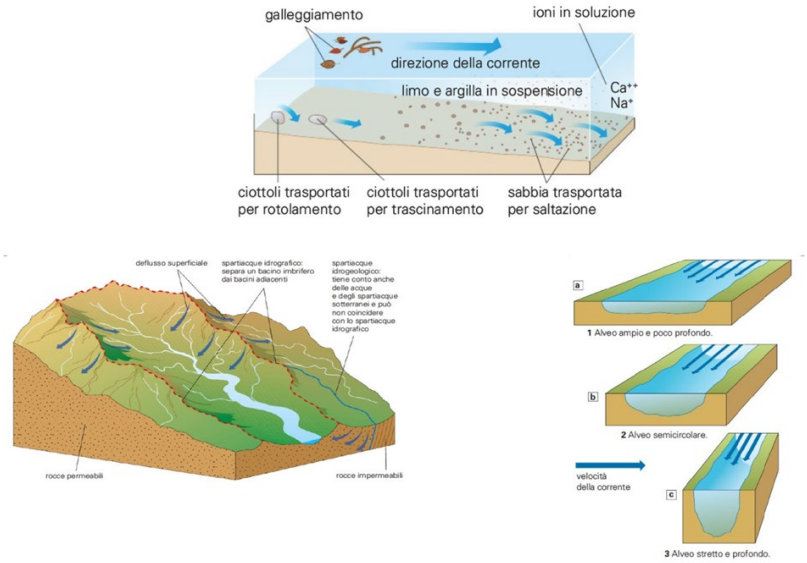

Figura 5: Materiali proposti per la lezione frontale sulle morfologie fluviali
Fonte: Rielaborazione da Dinucci, Pellegrini, 2018

Come supporto tecnologico verrà utilizzata la *StAR* per visualizzare in tempo reale i processi di erosione e sedimentazione che modellano i paesaggi fluviali. Gli studenti potranno manipolare variabili come la velocità del flusso e la composizione del terreno, osservando come queste influenzino la formazione di valli.

Attività con la *StAR*.

- Dimostrazione iniziale. Posizioniamo il simulatore di fiumi all'interno della SandBox e attiviamo la AR (Figura 6). Spiegheremo come il flusso d'acqua può causare erosione delle sponde e trasporto di sedimenti. Gli studenti dovranno osservare i cambiamenti che avvengono nel paesaggio e registrare le loro osservazioni sui punti in cui l'erosione è più forte e rispetto a dove avviene la deposizione dei sedimenti.
- Esperimento interattivo. Gli studenti (divisi in gruppi) avranno l'opportunità di modificare parametri chiave del modello, come la pendenza del terreno e la portata del fiume. L'obiettivo è comprendere come queste variabili influenzino la velocità del flusso d'acqua e la sua capacità erosiva. Utilizzeranno la realtà aumentata per visualizzare i risultati in tempo reale e discuteranno in gruppo i fenomeni osservati.

- Erosione e vegetazione. Gli studenti sperimenteranno l'effetto della vegetazione sulla stabilità delle sponde fluviali, inserendo alberi e rocce lungo il corso d'acqua. Attraverso l'AR, potranno osservare come la disposizione/presenza di questi oggetti riduca l'erosione e contribuisca alla formazione di un paesaggio più stabile. Un gruppo di massimo quattro studenti sarà operativo mentre gli altri provvederanno all'osservazione dei risultati dell'esperimento e acquisiranno dati.

Discussione finale: alla fine dell'esperimento, si avvierà un dibattito sui risultati ottenuti e sugli effetti che l'attività umana può avere sui fiumi e sui bacini idrografici. Gli studenti restituiranno i risultati attraverso uno *storytelling* geografico utilizzando anche la *SbAR*.

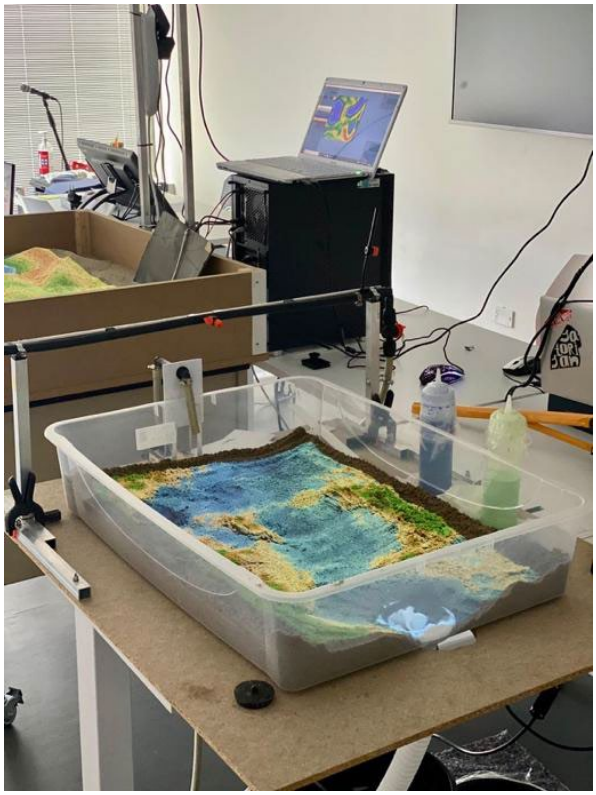

Figura 6: Setting del simulatore fluviale
Fonte: immagine degli autori

3.2 I movimenti ondosi e il modellamento costiero: proposta didattica per la comprensione dei moti del mare

L'attività didattica, destinata a una classe della Scuola secondaria di II Grado, si concentra sui movimenti del mare e sulle azioni di modellamento delle coste da parte delle onde. Attraverso una combinazione di lezioni teoriche e attività pratiche con l'uso della *StAR* e della *SbAR*[6], gli studenti esploreranno come le onde marine interagiscono con le coste, modificandole nel tempo attraverso fenomeni quali l'erosione e il deposito.

Obiettivi della lezione:

a. Comprendere la dinamica delle onde marine e il loro impatto sulle coste;
b. Analizzare i processi di erosione, trasporto e deposito dei sedimenti causati dalle onde;
c. Utilizzare l'*AR* per visualizzare e simulare il modellamento costiero;
d. Valutare l'impatto delle attività umane e dei cambiamenti climatici sulla stabilità costiera;
e. Promuovere la capacità di analisi critica riguardo alle soluzioni per la gestione e la protezione delle coste.

Introduzione teorica. La lezione inizia con una presentazione frontale sul funzionamento delle onde marine e sulle loro caratteristiche principali: lunghezza, altezza, periodo e velocità. Si discuterà di come il moto ondoso sia influenzato da variabili quali vento, gravità e caratteristiche del fondale marino. Verranno anche introdotti i concetti chiave legati al modellamento costiero (Figura 7).

[6] La scansione temporale dell'attività è stata ipotizzata come segue:
Introduzione teorica di circa 15 minuti.
Attività con la tecnologia di circa 25 minuti.
Discussione finale di circa 20 minuti.
Verifica finale di circa 10 minuti.

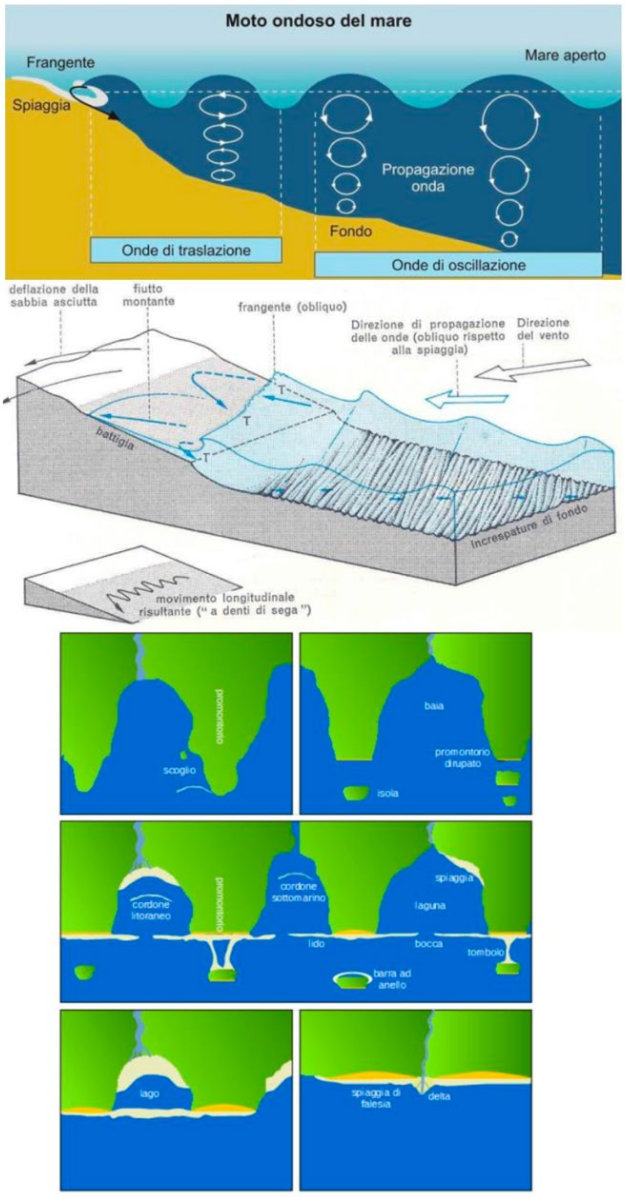

Figura 7: Materiali proposti per la lezione frontale sull'erosione costiera rielaborata dagli autori
Fonte: Rielaborazione da Dinucci, Pellegrini, 2018

Attività con la tecnologia: simulazione delle onde marine. In questa prima attività pratica, gli studenti utilizzeranno la *StAR* per simulare i movimenti

ondosi del mare e osservare come questi agiscono sulla costa. Il modello di una spiaggia verrà aumentato in *AR* e gli alunni avranno la possibilità di regolare variabili come la forza delle onde e la pendenza del fondale (Figura 8).

Figura 8: Setting del simulatore fluviale
Fonte: immagine degli autori

- Attività 1: erosione costiera. Gli studenti potranno osservare come onde più potenti e frequenti causano una maggiore erosione delle coste, modificando il profilo della spiaggia. Sarà chiesto agli studenti di documentare in che modo l'erosione varia in base alla potenza delle onde e alla composizione della costa (sabbia, roccia, etc.).

- Attività 2: trasporto dei sedimenti. Simuleranno il trasporto di sedimenti lungo la costa, identificando i fenomeni di deriva litorale e accumulo di sabbia in altre zone. Potranno manipolare il modello per vedere come gli elementi naturali (insediamenti umani, rocce) influenzano il processo.

Discussione finale e riflessioni. Al termine delle attività pratiche, gli studenti discuteranno i risultati ottenuti dalle simulazioni e confronteranno le varie tipologie di costa che hanno analizzato. Verranno posti quesiti riguardanti l'impatto delle costruzioni umane (ad esempio, dighe, barriere frangiflutti) sul modellamento costiero e la sostenibilità delle soluzioni proposte per contrastare l'erosione. Si discuterà anche di esempi reali di erosione costiera in Italia e nel mondo, e delle strategie di gestione costiera adottate per mitigare tali fenomeni.

Verifica finale. Gli studenti risponderanno a un breve questionario, composto da domande a risposta aperta e a scelta multipla, volto a verificare la comprensione dei concetti affrontati durante la lezione, con particolare attenzione alle argomentazioni riguardanti l'influenza dei movimenti ondosi sulle coste e il ruolo della gestione sostenibile nella protezione delle aree costiere dall'erosione.

4. Conclusione

Le esperienze – prima di progettazione/realizzazione e, poi, di confronto con docenti e discenti – hanno sostanziato l'idea *SbAR* e *StAR* quali strumenti laboratoriali altamente funzionali alla creazione e all'interazione tattile di ambienti, in grado di supportare la "trasmissione *indoor*" del sapere geografico.

La geografia, *de facto*, è assunta quale *trait d'union* di un ampio respiro interdisciplinare che sempre più, in contesti scolastici ed educativi, individua nella conoscenza della Terra, in tutte le sue declinazioni, la *conditio sine qua non* per accogliere, comprendere e affrontare le molteplici sfide sociopolitiche della contemporaneità, le quali toccano la tanto complessa quanto tesa relazione tra elemento naturale e antropico (Wellmann *et al*., 2022).

In parallelo, la disponibilità di un prototipo e, pertanto, la sottesa conoscenza delle componenti *hardware* e *software* nel loro insieme rendono possibili percorsi cooperativi nell'implementazione aperta da parte degli utenti dello stesso strumento tecnologico. Tuttavia, le sue potenzialità non si esauriscono nell'aspetto tecnico, ma si estendono alla dimensione pedagogica, stimolando negli studenti un approccio attivo, critico e partecipativo all'apprendimento. Si tratta di un punto nevralgico nel quale docenti e studenti

sono chiamati non solo a fruire dello strumento, ma anche a contribuire attivamente alla sua personalizzazione e implementazione, creando così un terreno fertile per l'assimilazione di un determinato concetto geografico quanto per lo sviluppo di competenze cooperative e creative. Pertanto, l'integrazione dell'apparato meccanico della StreamBox AR ha agevolato l'osservazione di processi complessi di lungo periodo, come i fenomeni erosivi o le dinamiche idrologiche, e la comprensione tattile e immediata dei medesimi.

Nel "dialogo" tra la trasmissione tradizionale del sapere e il contributo apportato dalle nuove tecnologie, i due sistemi in *AR* si pongono non in contrasto, ma a sostegno dello strumento osservativo diretto talora limitato in ambienti educativi formali e informali. Questo aspetto è divenuto plastico sia nelle occasioni formative per docenti ed educatori (Figura 9) sia nei momenti di contatto tra SandBox/StreamBox AR e studenti (Figura 10). Contestualmente, i due strumenti proposti hanno fatto registrare – diversamente da altri mediatori digitali che possono indurre ad alienazione dagli stessi e dagli argomenti trattati – elevati impatti in termini di *engagement*, che si ottengono, preminentemente, quando la realtà aumentata non funge solamente da "lavagna luminosa" per la proiezione di lucidi, ma richiede un coinvolgimento attivo nella modellazione dei fenomeni oggetto di studio. Tale aspetto suggerisce l'importanza di un mantenimento dell'equilibrio tra componente osservativa e interattiva, affinché si possa scongiurare la situazione in cui la tecnologia *SbAR*/*StAR* venga presa in considerazione quale sostitutivo e non come strumento volto a implementare l'efficacia della trasmissione del contenuto geografico, adattandosi a contesti educativi e situazioni individuali differenti in ottica inclusiva (Figura 11).

Figura 9: Corso di aggiornamento per insegnanti, Cinema-Teatro Concordia di San Marino, 1° febbraio 2024
Fonte: *immagine degli autori*

Figura 10: Laboratorio didattico organizzato presso una Scuola secondaria di II Grado della provincia maceratese in occasione della GeoNight 2023
Fonte: immagine degli autori

Figura 11: Settimana dell'Inclusione 2023, laboratorio presso il Centro TIncTec (UniMc) che ha coinvolto giovani in età scolare con sindrome da spettro autistico
Fonte: immagine degli autori

In conclusione, pare consolidarsi ulteriormente il quadro di una Geografia come disciplina inclusiva in grado di incrementare la propria "cassetta degli attrezzi", anche attingendo dall'apparentemente inarrestabile afflusso di nuove tecnologie, ma che, al tempo stesso, esige a tonalità crescente una saldatura tra avanzamenti della ricerca, elaborazione di nuovi paradigmi metodologici e azione educativa diretta ai discenti, così come è già emerso in occasione delle "Officine didattiche" in continuità d'interessi e linee di ricerca nell'ambito dell'A.I.I.G (Gallinelli e Malatesta, 2018).

Riferimenti bibliografici

Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, S., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647

Azzari, M. (2007). L'osservazione diretta e il sopralluogo. Una traccia per un'uscita didattica. Il caso di Firenze. In L. Cassi & C. Andreini (Eds.), *Insegnare Geografia nella scuola secondaria* (pp. 39-42). Edizioni ETS.

Betti, S., Borghi, D., & Virgini, L. (2023). SandBox Augmented Reality (AR): Geotecnologie per una didattica della Geografia tra inclusione e integrazione. *Memorie Geografiche, Società di Studi Geografici*, 651-659.

Bolkan, J. (2016). University California Davis brings augmented reality to middle school. *Campus Technology*. https://campustechnology.com/articles/2016/05/02/u-california-davis-brings-augmented-reality-to-middle-school.aspx

Caldarelli, A., Iommi, M., Zitti, M., D'Angelo, I., & Giaconi, C. (2023). Realtà Virtuale e Didattica: una proposta di analisi per una formazione inclusiva. In C. Giaconi, I. D'Angelo, A. Marfoglia, & C. Gentilozzi (Eds.), *Ecosistemi formativi e inclusivi* (pp. 47-68). FrancoAngeli.

Clini, P., Quattrini, R., Frontoni, E., Pierdicca, R., & Nespeca, R. (2017). Real/not real: pseudo-holography and augmented reality applications for cultural heritage. In *Handbook of research on emerging technologies for digital preservation and information modeling* (pp. 201-227). IGI Global.

Cornoldi, C., De Beni, R., & Gruppo M.T. (2020). *Imparare a studiare: strategie, stili cognitivi, metacognizione e atteggiamenti nello studio*. Edizioni Centro Studi Erickson.

Corsi, M. (2020). *Il tempo sospeso. L'Italia dopo il coronavirus*. FrancoAngeli.

De Vecchis, G. (2020). I libri di testo. In G. De Vecchis, D.P. D'Allegra, & C. Pesaresi (Eds.), *Didattica della Geografia* (pp. 115-144). UTET.

De Vecchis, G., Pasquinelli D'Allegra, D., & Pesaresi, C. (2020). *Didattica della Geografia*. UTET.

Dinucci, M., & Pellegrini, C. (2018). *Geolaboratorio*. Zanichelli.

Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology,* 18(1), 7-22.

El Sayed, N. A., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2010). ARSC: Augmented reality student card. In *2010 International Computer Engineering Conference (ICENCO)*, 113-120.

Ferri, P., & Moriggi, S. (2014). La Classe di Bayes: note metodologiche, epistemologiche ed operative per una reale digitalizzazione della didattica nella scuola italiana. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS Journal)*, 135-151.

Gallinelli, D., & Malatesta, S. (Eds.). (2018). *Corpi, strumenti, narrazioni. Officine didattiche per una Geografia inclusiva*. FrancoAngeli.

Gargalakos, M., Giallouri, E., Lazoudis, A., Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2011). Assessing the impact of technology-enhanced field trips in science centers and museums. *Advanced Science Letters*, 3332-3341.

Gilardi, T. (2012). L'osservazione come strumento per "comprendere" e costruire relazioni geografiche nel corso di un'uscita didattica. In T. Gilardi & P. Molinari (Eds.), *L'uscita didattica come educazione alla Geografia, alla storia e al turismo* (pp. 139-147). EDUCatt.

Giorda, C., & Matteo, P. (Eds.). (2011). *Educare al territorio, educare il territorio. Geografia per la formazione*. Carocci.

Iommi, M., Del Bianco, N., D'Angelo, I., Capellini, S. A., & Giaconi, C. (2021). La Gamification. Un'esperienza immersiva per la relazione educativa inclusiva. In N. Del Bianco, E. Brocchini, & G. Crescenzi (Eds.), *La formazione dell'insegnante specializzato nella scuola secondaria* (pp. 213-230). Edizioni Accademiche Italiane.

Jenkins, H. S., Gant, R., & Hopkins, D. (2014). Shifting sands and turning tides: Using 3D visualization technology to shape the environment for undergraduate students. *AGU Fall Meeting.*

Kurnia, R., Badriana, R. M., & Van Groesen, E. (2017). Hamiltonian Boussinesq simulations for waves entering a harbour with access channel. In *International Ocean and Polar Engineering Conference (ISOPE)*.

Kurnia, R., Van den Munckhof, T., Poot, C. P., Naaijen, P., Huijsmans, R. H. M., & Van Groesen, E. (2015). Simulations for design and reconstruction of breaking waves in a wavetank. In *ASME 34th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAE)*.

Marchetti, M. (2024). *Geomorfologia fluviale*. Bonomo Editore.

Miele, P. (2022). *La modellazione idrologica con HEC-RAS*. Flaccovio Dario Editore.

Miele, P. (2023). *Erosione e sedimentazione nel fiume. Simulazione del fenomeno con HEC-RAS e costruzione di un modello monodimensionale con flusso di moto vario*. Flaccovio Dario Editore.

Murray, H. A. (1938). *Explorations in personality*. Oxford University Press.

Pioletti, A. M. (2013). *Percorsi di Geografia. Riflessioni e spunti di lavoro per la formazione iniziale degli insegnanti*. Libreria Stampatori.

Primi, A. (2022). Interdisciplinarità della Geografia: da vocazione a strategia. *Dialoghi intorno alle geografie*, 105.

Reed, S., Hsi, S., Kreylos, O., Yikilmaz, M. B., Kellogg, L. H., Schladow, S. G., Segale, H., & Chan, L. (2016). Augmented reality turns a sandbox into a geoscience lesson. *Eos*, 18-22.

Reed, S., Kreylos, O., Hsi, S., Kellogg, L., Schladow, G., Yikilmaz, M. B., Segale, H., Silverman, J., Yalowitz, S., & Sato, E. (2014). *Shaping Watersheds Exhibit: An interactive, augmented reality sandbox for advancing Earth science education*. Abstract ED34A-01 presented at Fall Meeting, AGU.

Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of augmented reality technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education, 144*(1).

Stavroulia, K. E., Christofi, E. M., Baka, E., Michael-Grigoriou, D., Magnenat-Thalmann, N., & Lanitis, A. (2019). Assessing the emotional impact of virtual reality-based teacher training. *The International Journal of Information and Learning Technology, 36*(2).

Stramaglia, M. (2020). Insegnare ai tempi del coronavirus. Per una breve fenomenologia della figura docente. In G. Laneve (Ed.), *La scuola nella pandemia. Dialogo multidisciplinare*. EUM - Edizioni Università di Macerata.

Van Groesen, E., She, L. L., & Lakhturov, I. (2010). Accurate modelling of unidirectional surface waves. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 1747-1756.

Visentin, F. (2024). *Geografie d'acqua: paesaggi ibridi*. Marsilio Editore.

Wellmann, F., Virgo, S., Escallon, D., de la Varga, M., Jüstel, A., Wagner, M. F., Kowalski, J., Zhao, H., Fehling, R., & Chen, Q. (2022). Open AR-Sandbox: A haptic interface for geoscience education and outreach. *Geosphere*, 732-749.

In un'epoca caratterizzata dalla pervasiva diffusione delle tecnologie immersive e dalla conseguente trasformazione degli ecosistemi educativi, il Metaverso si configura come un paradigma innovativo per ripensare criticamente la didattica e i processi di apprendimento contemporanei. La convergenza tra spazi fisici e virtuali apre scenari inediti per l'educazione, richiedendo un approccio multidisciplinare che integri competenze pedagogiche, tecnologiche e disciplinari specifiche.

Il volume, frutto delle riflessioni maturate in occasione del 65° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia, raccoglie contributi di studiosi ed esperti che indagano le complesse implicazioni teoriche, metodologiche e operative dell'utilizzo del Metaverso in ambito educativo. Particolare attenzione è dedicata all'insegnamento della geografia, disciplina che trova negli ambienti virtuali immersivi un campo privilegiato di sperimentazione didattica, capace di restituire nuova centralità alla dimensione spaziale nell'apprendimento attraverso l'esperienza diretta e l'interazione con rappresentazioni tridimensionali del territorio.

L'opera si propone come strumento teorico e operativo di riferimento per studiosi, docenti e formatori interessati a esplorare criticamente le potenzialità educative e le sfide metodologiche poste dai territori digitali, offrendo un contributo significativo al dibattito scientifico sulla didattica innovativa e sulla geografia digitale.

Daniela La Foresta è professoressa ordinaria di Geografia politica ed economica presso il Dipartimento di Scienze Politiche dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, nonché presidente dell'Osservatorio Territori Digitali (Te|Di). Le sue ricerche, incentrate prevalentemente sui temi dell'innovazione territoriale, del marketing territoriale e della geografia delle aree marginali, hanno prodotto un vasto corpus di pubblicazioni e contributi scientifici, i cui risultati sono stati presentati in numerosi e autorevoli consessi accademici.

FrancoAngeli
La passione per le conoscenze

ISBN 978-88-351-8042-5

Edizione fuori commercio