

Formazione dei futuri insegnanti e tecnologie immersive nella pratica didattica: un'indagine esplorativa sui bisogni formativi degli iscritti al corso di specializzazione per il sostegno

Training future teachers and immersive technologies in teaching practice: an exploratory survey on the training needs of students enrolled in the specialization course for support

Alberto Fornasari^{a1}, Paola Lisimberti^b, Rosa Minerva^c

^a Università degli Studi di Bari, alberto.fornasari@uniba.it

^b Università degli Studi di Bari, paola.lisimberti@uniba.it

^c Università degli Studi di Bari, rosa.minerva@uniba.it

ABSTRACT

Learning through the simulation of reality represents the new frontier of teaching: from augmented reality to virtual reality, learning in a simulation environment is characterized as immersive, authentic, and situated learning through experience. In this paper, we analyze the results of an exploratory survey involving students of the 7th cycle of the TFA Support course organized by the University of Bari (academic year 2021/2022). Through the administration of an anonymous questionnaire, the research aimed to detect the knowledge and possible training needs of the trainees on the use of digital technologies in teaching and, in particular, on the use of immersive reality in the learning process of students with disabilities.

SINTESI

Apprendere attraverso la simulazione della realtà rappresenta la nuova frontiera della didattica: dalla realtà aumentata alla realtà virtuale, imparare in un ambiente di simulazione si caratterizza come apprendimento immersivo, autentico e situato attraverso l'esperienza. In questo contributo, si analizzano i risultati di un'indagine esplorativa che ha coinvolto i corsisti del VII ciclo del corso TFA Sostegno organizzato dall'Università degli Studi di Bari (anno accademico 2021/2022). Attraverso la somministrazione di un questionario anonimo, la ricerca ha inteso rilevare le conoscenze e gli eventuali bisogni formativi dei corsisti sull'utilizzo delle tecnologie digitali nella didattica e, in particolare, sull'utilizzo della realtà immersiva nel processo di apprendimento degli studenti e studentesse con disabilità.

KEYWORDS: augmented reality, immersive reality, experiential learning, inclusion
PAROLE CHIAVE: realtà aumentata, realtà immersiva, apprendimento esperienziale, inclusione

¹ Il contributo è frutto del lavoro comune degli autori. Tuttavia, possono essere attribuiti ad Alberto Fornasari i paragrafi Introduzione, 1 e Conclusioni; a Paola Lisimberti il paragrafo 2; a Rosa Minerva il paragrafo 3.

Introduzione

Il futuro e il presente dell'educazione sono caratterizzati da una crescente attenzione all'utilizzo delle tecnologie per l'apprendimento. Con l'obiettivo di rafforzare le condizioni per lo sviluppo di un'economia ad alta intensità di conoscenza e competitività, i paesi dell'Unione sono impegnati in uno sforzo collettivo che disegna un nuovo scenario dell'istruzione. Il PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) attraverso la Missione 4 (Istruzione e Ricerca) mette in atto una strategia di rinnovamento per potenziare le competenze digitali nell'area STEAM (Scienze, Tecnologia, Ingegneria, Arte, Matematica). La formazione degli insegnanti all'utilizzo delle tecnologie nella didattica, sia iniziale che *in itinere*, già centrale nel PNSD (Piano Nazionale Scuola Digitale) del 2015, è una delle priorità del Piano d'Azione europeo per l'Istruzione Digitale (DEAP, *Digital Education Action Plan 2021–2027*), nel quale “digitale” non è un'appendice, ma è parte integrante di istruzione e formazione. L'apprendimento in un ambiente di simulazione, considerando che le acquisizioni non sono estranee ai loro specifici contesti d'uso (Laurillard, 2012), richiede – oltre a una approfondita conoscenza degli strumenti – un ripensamento metodologico da parte degli insegnanti: dalla realtà aumentata, attraverso la quale si aggiungono informazioni alla scena reale, alla realtà virtuale, con occhiali e caschi montati sulla testa, l'apprendimento immersivo si caratterizza come esperienziale, autentico e situato (Rivoltella, 2016). Ripensare la didattica mette al centro del dibattito la formazione degli insegnanti in servizio e dei futuri insegnanti (Fornasari, 2021) e, nel caso dell'indagine esplorativa oggetto di questo contributo, degli iscritti ai corsi di specializzazione per il sostegno, uno degli ambiti in cui è maggiore l'impatto favorevole dell'uso delle TIC sulla pratica didattica per soddisfare i bisogni educativi individuali in un'ottica di inclusione (Pinnelli & Fiorucci, 2020).

1. Formazione degli insegnanti e ambienti immersivi nella didattica: una sfida in corso

Lo sviluppo delle competenze digitali degli educatori resta una questione chiave per la formazione: uno studio condotto in Andalusia dimostra come il livello di competenze digitali degli insegnanti vari in relazione al contesto e al livello di istruzione. L'indagine evidenzia come significativi deficit si registrino, in particolare, per la creazione di contenuti digitali (Garzon Artacho, Martínez, Ortega Martín, Marin Marin & Gomez Garcia, 2020). Utilizzare strumenti come *hVerse* (il metaverso accessibile e scalabile)² – piattaforma che costruisce ambienti 3D personalizzati, consente di caricare risorse digitali 3D anche animate e offre esperienze web immersive – richiede competenze avanzate nell'area 1 (Coinvolgimento e valorizzazione professionale), nell'area 2 (Risorse digitali) e nell'area 3 (Pratiche di insegnamento e apprendimento) del quadro di riferimento europeo sulle competenze digitali dei docenti e dei formatori (DigCompEdu, 2017).

² La prima piattaforma italiana in grado di creare, personalizzare e pubblicare metaversi è raggiungibile al seguente URL: <https://www.hevolus.com/hverse>.

Nel periodo della pandemia, il processo di insegnamento/apprendimento si è confrontato con il nuovo modello della scuola a distanza, che ha imposto una riflessione sull'integrazione efficace della didattica offline con la didattica online, unita alla consapevolezza delle differenze tra ambienti diversi e diverse dimensioni spazio-temporali (Moriggi & Pireddu, 2021). L'esperienza della chiusura delle scuole e dell'attivazione delle applicazioni di teleconferenza ha comportato una accelerazione nelle competenze di insegnanti e studenti: la necessità di gestire l'organizzazione degli *open day* per l'orientamento a distanza implica, per esempio, la conoscenza di strumenti di realtà aumentata – già utilizzati nel mondo del lavoro – come le piattaforme che consentono di organizzare tour virtuali. L'utilizzo di queste applicazioni non è semplicemente una questione tecnologica, ma anche metodologica: una vetrina virtuale per una galleria d'arte presuppone un approccio multidisciplinare e l'utilizzo di competenze digitali, finanziarie, logistiche per generare diverse opzioni creative. In questa prospettiva, la realtà virtuale è lo strumento per la realizzazione di un compito autentico in una prospettiva multidisciplinare (Chia & Tay, 2022) e sollecita gli insegnanti alla conoscenza e alla sperimentazione ragionata di nuovi strumenti. Alfabetizzazione digitale degli insegnanti e programmi formativi sono necessari tanto più che i docenti dimostrano una scarsa percezione delle proprie competenze digitali, come sottolinea uno studio spagnolo (Sánchez-Cruzado, Santiago Campión & Sánchez-Compañá, 2021), condotto su 4883 insegnanti seguendo lo strumento ACDC (*Analysis of Common Digital Competencies*). Osservando il fenomeno dal punto di vista della didattica speciale, un altro studio spagnolo sugli insegnanti della scuola primaria rileva come il livello degli insegnanti, considerati genere, età, competenze professionali e titoli, sia basso rispetto all'utilizzo delle tecnologie per la disabilità (Fernández-Batanero, Cabero & López, 2019). Risulta inderogabile, dunque, una maggiore attenzione nella predisposizione di programmi formativi che introducano la conoscenza e la sperimentazione di strumenti avanzati, quali quelli per la realtà immersiva, nei cui confronti gli insegnanti tendono a dimostrare interesse, come rilevato da alcuni studi sulla percezione di questi ultimi nei confronti dell'opportunità di utilizzo della realtà virtuale e aumentata nella gestione della classe (Attwood, Bruster & Bruster, 2020; Gómez-García et al., 2021). Essere interessati a utilizzare la realtà immersiva nella didattica e essere competenti nella gestione di strumenti complessi sono cose ben diverse: è vero, infatti, che «L'immersione può rappresentare un valore se usata per allestire esperienze didatticamente significative» (Benassi, 2018, p. 108).

2. La realtà immersiva come agente facilitatore dell'apprendimento

Lo spazio-tempo dell'apprendimento digitalmente aumentato si connota come un ecosistema nel quale robotica, intelligenza artificiale e IoT (Internet delle cose) interagiscono con l'uomo e aumentano il livello di complessità della realtà nella quale studenti e studentesse apprendono in modalità formale, informale e non formale. “Come” e “cosa” si apprende rappresentano una sfida per chi si avvicina alla realtà immersiva: creare prodotti educativi per il metaverso presuppone una

collaborazione di educatori e scienziati per garantire la sperimentazione di una vera interazione sociale umana mentre si naviga in spazi virtuali (Hirsh-Pasek et al., 2022).

Apprendere attraverso la simulazione della realtà rappresenta la nuova frontiera della didattica: *software* e *hardware* riproducono esperienze analoghe a quelle reali e rendono l'esperienza di apprendimento immersiva, soprattutto per quei campi in cui è difficile riprodurre fisicamente in un laboratorio le effettive condizioni da studiare. Tuttavia, non si deve ritenere che l'immersione sia necessariamente collegata a tecnologie di realtà virtuale, ma «alla capacità di un ambiente mediale di farti sentire psicologicamente presente e agente al suo interno» (Benassi, 2018, p. 107). Si pensi, per esempio, a *EdMondo*, il mondo virtuale in 3D online progettato per la scuola da Indire, nel quale una comunità di insegnanti allestisce esperienze didattiche “per” e “insieme” agli studenti. Nelle attività formative, i futuri insegnanti devono essere guidati a comprendere il senso di un modello di insegnamento-apprendimento all'interno di ambienti innovativi, i quali impongono alla scuola di confrontarsi con competenze diverse da quelle della società industriale (Mosa, 2016), e comprendere il valore di questi ambienti nei quali è possibile fondere il “sapere” e il “saper fare” (Siega, Fasoli & Ferraris, 2021), per colmare quel divario pedagogico dovuto a uno scarso allenamento delle abilità di visualizzazione degli studenti (Panzavolta & Cinganotto, 2020).

Se consideriamo il mercato *educational* delle tecnologie, assistiamo, negli ultimi anni, a un notevole incremento delle vendite di *hardware* a supporto della didattica, come rivela il rapporto di Anitec/Assinform “Il digitale in Italia” (2022)³: lavagne interattive multimediali, stampanti 3D, dispositivi per la realtà virtuale/aumentata e intelligenza artificiale rappresentano una quota considerevole degli strumenti acquistati dalle scuole con i finanziamenti PON FESR (Asse II – Infrastrutture per l'Istruzione).

Il lessico pedagogico si arricchisce di parole nuove come il termine “metaverso”, entrato di recente nel vocabolario della Crusca. Il toponimo è stato coniato dallo scrittore statunitense Neal Stephenson nel 1992, nel suo romanzo *cyberpunk* “Snow Crash”, nel quale la realtà virtuale, che si sovrappone a quella fisica, rappresenta un luogo distopico. Secondo la Crusca, il sostantivo maschile “metaverso” definisce un insieme di ambienti virtuali tridimensionali, in cui le persone possono interagire tra loro attraverso *avatar* personalizzati⁴.

Abitare la rete cambia il nostro rapporto con lo spazio: il metaverso rappresenta un'evoluzione naturale della rete, un meta-luogo online dove abitare⁵, e questo genera «un senso di perdita dei nostri confini personali precisi». La rete, infatti,

³ Il rapporto è consultabile al seguente URL: <https://www.anitec-assinform.it/pubblicazioni/il-digitale-in-italia/edizioni-precedenti/rapporto-2021.kl>.

⁴ La scheda dell'Accademia della Crusca sul termine “metaverso” è consultabile al seguente URL: <https://accademiadellacrusca.it/parole-nuove/metaverso/21513>.

⁵ Sul mondo parallelo, si veda l'articolo di Luca Bianco su “Huffingtonpost.it” al seguente URL: https://www.huffingtonpost.it/entry/facebook-va-oltre-cose-il-metaverso-il-mondo-parallelo-dove-noi-tutti-abiteremo_it_617bf481e4b066de4f6f5816/.

estende – senza un preciso orizzonte – il nostro campo d’azione, sfidando il nostro concetto di identità, la certezza del “dove cominciamo” e “dove finiamo” (De Kerchkove, 1997, p. 74). Diversi sono i livelli della realtà immersiva: nei sistemi VR (*Virtual Reality*) non immersivi si interagisce con un mondo tridimensionale generato su un computer e l’interazione tra gli utenti e l’ambiente virtuale (*virtual environment*) è mediata da un desktop con diversi dispositivi di input come mouse e tastiera; nei sistemi VR semi-immersivi, la sensazione di immersione è aumentata gradualmente attraverso il potenziamento degli input visivi e migliorando l’interazione all’interno dell’ambiente di apprendimento. L’IVR (*Immersive Virtual Reality*) è una tecnologia in grado di generare ambienti che circondano percettivamente gli utenti, aumentando il loro senso di presenza e originando una situazione di vita reale a un livello di immersione massimo: lo studente vive l’esperienza in prima persona, grazie alla visione stereoscopica e al cambiamento dello scenario, che segue i movimenti della testa e del corpo dell’utente stesso (Di Natale, Repetto, Riva & Villani, 2020).

Con la realtà immersiva si può innovare la didattica delle Scienze (Sontay & Karamustafaoğlu, 2021) e insegnare la sicurezza stradale (Purcell & Romijn, 2020). Una sperimentazione condotta a Singapore dimostra come sia possibile migliorare l’apprendimento scientifico con la realtà virtuale: nella scuola secondaria si utilizza un’aula di realtà virtuale immersiva per aumentare l’interesse nei confronti della disciplina e la comprensione attraverso la visualizzazione. Bisogna considerare che nello studio della Scienza a scuola i media bidimensionali non agevolano alcuna forma di *feedback* tra insegnanti e studenti; inoltre, alcune idee sbagliate in campo scientifico sono proprio il frutto dell’incomprensione spaziale provocata dall’immaginazione. Al contrario, la visualizzazione realistica in 3D, alla quale seguono dei *feedback* programmati svolti attraverso simulazioni al computer, può aiutare gli studenti ad approfondire i concetti e i processi scientifici (Pang, 2021).

Apprendere attraverso l’esperienza è un processo che la realtà virtuale favorisce tramite strumenti per la realizzazione di esperimenti, per esempio, per lo studio delle basi teoriche della meccanica: in questo caso, le applicazioni offrono opportunità superiori rispetto a un laboratorio di fisica classico. Le potenzialità sono molteplici: dalla costruzione di modelli virtuali alla verifica di formule e teorie, la realtà immersiva si propone come agente facilitatore della comprensione e della costruzione del sapere (Kaufmann & Meyer, 2009). Nella didattica speciale, si sperimentano oggetti di apprendimento digitale (DLO) per l’insegnamento della Fisica, intesi come strutture pedagogiche complete di contenuti didattici (Mallidis-Malessas, Iatraki & Mikropoulos, 2022).

L’utilizzo della realtà virtuale nella didattica non sembra relegato all’ambito scientifico, ma supporta anche quello linguistico, come dimostra uno studio che indaga sulle modalità in cui la realtà virtuale possa essere utilizzata per insegnare lo svedese e quali siano le possibilità e le sfide derivanti dall’utilizzo della realtà virtuale come risorsa di apprendimento (Graeske & Aspling Sjöberg, 2021).

Quale contributo la realtà immersiva può portare, dunque, alla didattica? Nella realtà virtuale immersiva, le emozioni dell’utente sono gestite in una situazione di

isolamento rispetto al mondo reale grazie ai visori montati sulla testa. In questo senso, la letteratura scientifica testimonia numerosi riscontri in merito all'aumento dell'attenzione, della comprensione e della partecipazione attiva: l'impatto di questi ambienti sull'apprendimento è significativo, soprattutto per le discipline STEM e per i percorsi dedicati alla sicurezza sul lavoro (Akgün & Atici, 2022). La convergenza di tecnologie emergenti in 3D e la realtà immersiva hanno migliorato la percezione della presenza virtuale degli studenti nell'immersione e, in misura minore, nell'interazione, che è stata fortemente moderata dalla distrazione. Nell'apprendimento delle Scienze, si possono osservare risultati significativi per gli studenti con ADHD, come dimostra uno studio condotto negli Stati Uniti (Hite, Childers, Jones & Corin, 2021): l'utilizzo di uno strumento didattico capace di integrare tecnologie differenti (3D, aptica e virtuale) ha agevolato l'apprendimento e sostenuto l'alfabetizzazione scientifica. Inoltre, la visualizzazione di fatti matematici in 3D per l'allenamento dell'immaginazione può offrire un valore aggiunto agli studenti con Bisogni Educativi Speciali (BES) (Keller, Hebeisen & Brucker-Key, 2018).

3. L'indagine esplorativa: obiettivi e metodologia

3.1. Domanda di ricerca, strumento utilizzato, partecipanti

A partire da queste premesse, è stata avviata un'indagine – che ha coinvolto gli iscritti del VII ciclo del corso TFA (Tirocinio Formativo Attivo) Sostegno, organizzato dall'Università degli Studi di Bari – condotta secondo un approccio esplorativo, attraverso la creazione di un questionario anonimo, quali-quantitativo, utilizzando un *form* di *Google* condiviso tramite link, finalizzato a illustrare alcuni importanti aspetti connessi all'implementazione delle competenze e alla qualità dell'offerta formativa:

- comprendere quali conoscenze i corsisti abbiano acquisito sull'utilizzo delle tecnologie digitali nella didattica e, in particolare, sul contributo che la realtà immersiva può apportare nei processi di apprendimento degli studenti con disabilità;
- monitorare e migliorare la qualità dell'offerta formativa, sulla base dei bisogni e dei desideri di formazione emersi.

In sede di codifica dei dati, è stato utilizzato il programma *Google Drive* (sezione moduli) per la raccolta di dati e informazioni e la creazione di una matrice di dati in formato elettronico, tramite un foglio di calcolo elaborato con *Microsoft Excel* sotto forma di tabella a doppia entrata, e, infine, il programma SPSS 25.0 per l'elaborazione statistica e la strutturazione grafica. La variabile "Genere" sarà indicata d'ora in poi come segue: 0 per "Femminile" e 1 per "Maschile"; la variabile "A quale corso di TFA Sostegno sei iscritto" sarà indicata con 0 per "Scuola secondaria di primo grado", 1 per "Scuola secondaria di secondo grado" e 2 per "Scuola primaria"; V8 rappresenterà la variabile "Come definiresti il tuo livello di prestazione nell'utilizzo del digitale", V9, invece, "Possiedi una certificazione delle

tue competenze digitali”. Il “questionario TFA” (d’ora in poi, Q_1), composto da 42 *items* (domande strutturate, semistrutturate e non strutturate-aperte), è stato organizzato in cinque sezioni:

- profilo del corsista;
- docenza;
- competenze digitali;
- certificazione delle competenze digitali;
- realtà immersiva.

Il questionario Q_1 è stato somministrato nel periodo tra novembre e dicembre 2022 a un campione di 464 corsisti frequentanti il VII ciclo del corso TFA Sostegno; hanno completato la rilevazione 393 rispondenti.

3.2. Profilo del corsista

Nel questionario sono inseriti, all’inizio, gli *items* relativi ai dati anagrafici dei corsisti. In merito alla presenza del genere, risulta prevalente il genere femminile: le iscritte ai corsi sono l’82,1%, gli iscritti il 17,9%. Se consideriamo la distribuzione per ordine di scuola (Tabella 1), iscritti e iscritte al corso TFA si distribuiscono in percentuale diversa sul totale dei corsi: per il TFA Secondaria di primo grado, il 59,5% dei corsisti è di genere femminile, mentre il 13,8% di genere maschile; per il TFA Secondaria di secondo grado, 22,6% è la percentuale delle iscritte, mentre 4,1% quella degli iscritti. Per età anagrafica, i partecipanti hanno tra i 25 e i 63 anni. Considerando globalmente i dati (Tabella 2), la percentuale più alta dei partecipanti (40%) ha tra i 28 e i 36 anni, mentre il 10,9% ha un’età media tra i 37 e i 39 anni.

Tavola di contingenza Genere * v4 A quale corso del TFA sostegno sei iscritto/a?

		v4 A quale corso del TFA sostegno sei iscritto/a?		Totale	
		0 Secondaria di primo grado	1 Secondaria di secondo grado		
Genere	0 Femminile	Conteggio	232	88	320
		% in Genere	72,5%	27,5%	100,0%
		% del totale	59,5%	22,6%	82,1%
	1 Maschile	Conteggio	54	16	70
		% in Genere	77,1%	22,9%	100,0%
		% del totale	13,8%	4,1%	17,9%
Totale		Conteggio	286	104	390
		% in Genere	73,3%	26,7%	100,0%
		% del totale	73,3%	26,7%	100,0%

TABELLA 1 – DISTRIBUZIONE DEI CORSI PER GENERE NELL’ISCRIZIONE AL CORSO TFA SOSTEGNO

Fascia	%
25-27	11,7
28-30	12
31-33	16,3
34-36	11,7
37-39	10,9
40-42	8,1
43-45	9,4
46-48	8,4
49-51	7,3
52-54	2,1
55-57	1,1
58-60	0,8
61-63	0,3

TABELLA 2 – ETÀ ANAGRAFICA DEI PARTECIPANTI

Sulla base del titolo di studio, il gruppo dei corsisti è composto in larga parte da insegnanti in possesso di una laurea magistrale (64,6%): il 28,2% ha una laurea di vecchio ordinamento, mentre il 4,3% ha una laurea quinquennale e l'1,5% una laurea triennale. Titoli di studio superiori sono stati acquisiti dal 41,5%: master post-laurea per il 40,2% e dottorato di ricerca per l'1,3%. Gli insegnanti in servizio che hanno partecipato all'indagine sono 171 (43,5%), mentre 222 non insegnano. La loro distribuzione risulta così articolata: 60,9% nella scuola secondaria di primo grado; 32% nella scuola secondaria di secondo grado; 7,1% nella scuola primaria. Se consideriamo l'anzianità di servizio maturata dai rispondenti, rileviamo come siano una piena maggioranza (61,2%) quelli che hanno maturato tra 1 e 4 anni di esperienza, mentre sono il 17,1% gli insegnanti al terzo anno di impegno professionale.

3.3. Competenze digitali

Nella sezione "Competenze digitali", le domande mirano a circoscrivere il profilo dei rispondenti rispetto alla loro relazione con la tecnologia. Nella costruzione dei quesiti si è tenuto conto delle aree di competenza del quadro di riferimento europeo sulle competenze digitali dei docenti e dei formatori (DigCompEdu, 2017), in particolare l'area 1 (Coinvolgimento e valorizzazione professionale), l'area 2 (Risorse digitali) e l'area 3 (Pratiche di insegnamento e apprendimento). Indagando sulle competenze digitali dei docenti nell'ottica di

determinare le esigenze personali di formazione, si è cercato di chiarire come i rispondenti valutino il loro livello di competenza nel settore digitale. Inoltre, analizzando il rapporto, anche nella vita quotidiana, con la tecnologia, si è tentato di circoscrivere in quale misura si realizzi il passaggio dall'utilizzo della tecnologia per la comunicazione e l'intrattenimento all'utilizzo della tecnologia per lo sviluppo professionale e l'innovazione della pratica didattica in ottica inclusiva.

Invitati a esprimersi sul proprio livello di prestazione nell'utilizzo del digitale (Tabella 3), i corsisti hanno fatto rilevare il seguente risultato: il 39,3% si ritiene *Insider*, «colui che usa i media digitali in diversi contesti e per diversi scopi e che continua costantemente a sviluppare le sue strategie digitali per rispondere meglio alle diverse situazioni»; il 35,9% si percepisce *Esploratore*, «colui che usa i media digitali per scopi personali e inizia ad applicarli al suo contesto lavorativo, senza tuttavia perseguirne un approccio completo e coerente»; il 16,5% si ritiene *Esperto*; 16 corsisti (4,1%) si sentono *Leader*; il 3,8% sceglie *Principiante* e solo lo 0,8% si percepisce *Pioniere*.

Livelli	%
Insider – B1	39,3
Esploratore – A2	35,9
Esperto – B2	16,5
Leader – C1	4,1
Principiante – A1	3,8
Pioniere – C2	0,8

TABELLA 3 – PERCEZIONE DEL LIVELLO DI PRESTAZIONE NELL'UTILIZZO DEL DIGITALE

Andando ad analizzare la regressione lineare, tecnica statistica che si utilizza per studiare la relazione tra due o più variabili, tra la variabile "Età" e la variabile V8 "Come definiresti il tuo livello di prestazione nell'utilizzo del digitale", le risposte raccolte hanno evidenziato, nella tabella di riepilogo del modello (Tabella 4), un R-quadrato adattato di 0,021, compreso tra 0 e 1: ciò indica che esiste una relazione tra la variabile indipendente ("Età") e la variabile dipendente (V8). Con un valore di 0,005 di significatività, possiamo osservare il Beta di -,143 (Tabella 5) e sostenere che esiste una correlazione inversa tra la variabile "Età" e la percezione del proprio livello di prestazione nell'utilizzo del digitale; ciò indica che all'aumentare dell'età diminuisce la percezione del proprio livello di prestazione nell'utilizzo del digitale. La seconda variabile indipendente, "Genere", è stata inserita come variabile di controllo, in quanto, di per sé, non possiede un effetto causale sulla variabile dipendente.

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
1	,144 ^a	,021	,016	,931

a. Predittori: (costante), Età, Genere

TABELLA 4 – TABELLA DI RIEPILOGO DEL MODELLO DI REGRESSIONE LINEARE, OSSIA DI RELAZIONE TRA LA VARIABILE “ETÀ”, LA VARIABILE “GENERE” E LA VARIABILE V8 “COME DEFINIRESTI IL TUO LIVELLO DI PRESTAZIONE NELL’UTILIZZO DEL DIGITALE”

Coefficienti^a

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati		
		B	Errore standard	Beta	t	Sign.
1	(Costante)	3,441	,224		15,351	,000
	Genere	,063	,123	,026	,516	,606
	Età	-,017	,006	-,143	-2,840	,005

a. Variabile dipendente: v8

TABELLA 5 – COEFFICIENTI DI REGRESSIONE LINEARE, OSSIA DI RELAZIONE TRA LA VARIABILE “ETÀ”, LA VARIABILE “GENERE” E LA VARIABILE V8 “COME DEFINIRESTI IL TUO LIVELLO DI PRESTAZIONE NELL’UTILIZZO DEL DIGITALE”

Nella Tabella 6, in relazione al campione esaminato, non emerge una significatività: nessuno dei due generi appare preponderante nell’acquisizione di una certificazione delle competenze (V9).

Tavola di contingenza Genere * v9 Possiedi una certificazione delle competenze digitali?

		v9 Possiedi una certificazione delle competenze digitali?		Totale	
		0 no	1 si		
Genere	0 Femminile	Conteggio	114	206	320
		% in Genere	35,6%	64,4%	100,0%
		% del totale	29,2%	52,8%	82,1%
	1 Maschile	Conteggio	24	46	70
		% in Genere	34,3%	65,7%	100,0%
		% del totale	6,2%	11,8%	17,9%
Totale	Conteggio	138	252	390	
	% in Genere	35,4%	64,6%	100,0%	
	% del totale	35,4%	64,6%	100,0%	

TABELLA 6 – TAVOLA DI CONTINGENZA TRA LE VARIABILI “GENERE” (0=FEMMINILE; 1=MASCHILE) E LA VARIABILE V9 “POSSIEDI UNA CERTIFICAZIONE DELLE TUE COMPETENZE DIGITALI”

Il 64,9% dei rispondenti possiede una certificazione delle competenze digitali, rispetto al 35,1%, che non ne possiede alcuna. Su 244 rispondenti, le certificazioni informatiche privilegiate sono: ECDL, *Eipass*, LIM e *Tablet*.

Andando ad analizzare la regressione lineare tra la variabile “Età” e la variabile V9 “Possiedi una certificazione delle competenze digitali”, nella tabella di riepilogo del modello (Tabella 7), possiamo osservare che R-quadrato adattato è di 0,034, compreso tra 0 e 1. R-quadrato esprime la forza di correlazione tra la variabile indipendente e la variabile dipendente. Nella tabella “Coefficienti” (Tabella 8), la variabile indipendente “Età” ha un valore di significatività inferiore al valore soglia prestabilito (0,05). Inoltre, il Beta standardizzato ha un valore pari a -,198, il che indica che sussiste una correlazione inversa: all’aumentare dell’età i rispondenti tendono a non possedere una certificazione delle competenze. Il Beta standardizzato esprime, nella stessa misura per tutte le variabili indipendenti, di quanto varia la variabile dipendente al variare di quella indipendente. La variabile indipendente “Genere” è stata inserita come variabile di controllo, in quanto, anche in questo caso, di per sé non possiede un effetto causale sulla variabile dipendente.

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
1	,198 ^a	,039	,034	,470

a. Predittori: (costante), Età, Genere

TABELLA 7 – RIEPILOGO DEL MODELLO DI REGRESSIONE LINEARE, OSSIA DI RELAZIONE TRA LA VARIABILE “ETÀ” E LA VARIABILE V9 “POSSIEDI UNA CERTIFICAZIONE DELLE TUE COMPETENZE DIGITALI”

Coefficienti^a

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sign.
		B	Errore standard	Beta		
1	(Costante)	1,082	,113		9,552	,000
	Genere	,023	,062	,019	,374	,708
	Età	-,012	,003	-,198	-3,975	,000

a. Variabile dipendente: v9

TABELLA 8 – COEFFICIENTI DI REGRESSIONE LINEARE, OSSIA DI RELAZIONE TRA LA VARIABILE “ETÀ”, LA VARIABILE “GENERE” E LA VARIABILE V9 “POSSIEDI UNA CERTIFICAZIONE DELLE TUE COMPETENZE DIGITALI”

Emerge, inoltre, che gli strumenti più utilizzati quotidianamente dai rispondenti risultano essere il computer portatile (91,9%), lo *smartphone* (89,1%) e il *tablet* (55%), per navigare “da due a quattro ore al giorno” (37,7%), per cercare informazioni (91,1%), per motivi di studio (89,8%) e per aggiornarsi (78,1%).

Proseguendo nell'analisi dei dati, il 54,5% dei rispondenti dichiara di non aver mai sperimentato modelli di didattica innovativa che faccia uso della tecnologia, rispetto a un 45,5%, che ha risposto, invece, di farne uso. Interessante rimane il dato del 44% dei rispondenti, il quale riferisce di non praticare nessuna delle metodologie conosciute, rispetto al 5,9% che dichiara di non conoscerle.

I corsisti, invitati a esprimere la propria opinione sugli ambienti inclusivi e su quanto le tecnologie facilitino un approccio multimediale e multicanale al servizio dei diversi stili di apprendimento (Gardner, 1983; 2005; Sternberg, 2003; McKenzie, 2006; Gentili, 2011), utilizzando una scala Likert con 4 opzioni di risposta (1 = per nulla, 2 = poco, 3 = abbastanza, 4 = completamente), hanno fatto rilevare i seguenti risultati: il 55% dei rispondenti dichiara di essere "completamente" d'accordo nel ritenere che un ambiente inclusivo sia quello in cui le tecnologie, gli strumenti e gli ausili siano al servizio della didattica e non solo il fine dell'apprendimento; la percentuale rimane perlopiù stabile, 49,9%, nel ritenere che in un ambiente inclusivo le tecnologie debbano essere utilizzate il più possibile da tutti; mentre appena il 4,4% ritiene che le tecnologie didattiche siano strumenti solo per alcuni. Il 66,2% valuta l'utilizzo degli strumenti compensativi digitali come un utile supporto, utilizzando questi ultimi, contro un 20,4% che, pur ritenendoli utili, non li usa. Inoltre, pur conoscendo molti degli strumenti compensativi digitali per la disabilità, il 73,8% dei rispondenti conosce sintesi vocale, *ebook* e audiolibri, ma solo l'8,7% dichiara di saperli utilizzare "completamente".

3.4. Realtà Immersiva

Nella sezione "Realtà Immersiva", le domande mirano a delineare il profilo dei rispondenti rispetto al loro interesse e approccio con la realtà immersiva nella didattica. Come per le competenze digitali, si è cercato di indagare sul rapporto, anche nella vita quotidiana, con la realtà virtuale e aumentata e di chiarire in quale misura si realizzi il passaggio dall'utilizzo di VR e AR per la comunicazione e l'intrattenimento al loro utilizzo per l'innovazione della pratica didattica, anche in ottica inclusiva. Alla domanda "In che misura valuteresti il tuo interesse nei confronti della realtà immersiva nella didattica", il 48% dei rispondenti dichiara di essere "molto interessato", mentre il 42,7% "abbastanza" interessato. Utilizzando una scala Likert con 4 opzioni di risposta (1 = per nulla, 2 = poco, 3 = abbastanza, 4 = completamente), i corsisti hanno fatto rilevare i seguenti risultati: il 53,4% dichiara di essere "completamente" d'accordo sul fatto che esperienze di realtà immersiva nella didattica possano favorire l'inclusione degli alunni in difficoltà, mentre il 41,5% dichiara di essere "abbastanza" d'accordo e solo il 4,3% "poco" d'accordo. All'affermazione "Penso che per gli alunni con disabilità studiare in un ambiente digitalmente aumentato contribuisca a rafforzare la motivazione e incentivi l'apprendimento significativo", il 48,1% risponde è "completamente" d'accordo, il 44% "abbastanza" d'accordo e solo il 7,9% "poco" d'accordo. Interessanti i dati emersi, per cui, nonostante il 60,1% dei rispondenti abbia sentito parlare di AR, l'82,4% dichiara di non aver mai utilizzato applicazioni di AR per

l'intrattenimento e il 97,2% di non avere utilizzato applicazioni di AR nella didattica (Tabella 9).

	Si %	No %
Hai mai sentito parlare di AR?	60,1	39,9
Ti è mai capitato di utilizzare applicazioni di AR per intrattenimento?	17,6	82,4
Ti è mai capitato di utilizzare applicazioni di AR nella didattica?	2,8	97,2

TABELLA 9 – TABELLA DI CONTINGENZA TRA QUATTRO VARIABILI

Alla domanda “Quale delle seguenti applicazioni conosci e quali di esse hai utilizzato”, le risposte sono state le seguenti: tra le applicazioni più conosciute emergono *QRCode* al 70,5%, *PokemonGO* al 24,2% e *SkyView* al 23,9%; a questi dati non corrisponde un uguale utilizzo delle stesse, solo per *QRCode* rimane una percentuale orientativamente alta (62,3%). Rilevante è il dato del 24,4% di tutti i rispondenti che dichiara di non conoscere le applicazioni proposte, mentre il 31,8% sostiene di non utilizzarle. I dati relativi tanto all’uso effettivo quanto alle possibili applicazioni della VR e della AR al servizio della didattica evidenziano uno scenario composito, all’interno del quale, alla domanda “Secondo te, lo sviluppo di applicazioni di realtà aumentata da parte di insegnanti è possibile negli ambienti scolastici”, l’85% risponde positivamente; sull’utilizzo della realtà immersiva per l’insegnamento dei contenuti disciplinari, il 23,7% si ritiene favorevole, mentre il 65,4% dichiara di essere favorevole, ma di non averne le competenze e il 94,4%, invece, non utilizza applicazioni di VR nella didattica. I rispondenti ritengono che la VR debba essere utilizzata in diversi ambiti: il 78,9% in campo educativo, il 70,5% nella comunicazione, il 69% nel settore artistico, il 67,7% nel turismo e il 50% in medicina. Inoltre, il 52,7% si dice “abbastanza” convinto che l’utilizzo della VR in campo didattico possa migliorare i risultati nell’apprendimento dei propri studenti. Alla domanda “Per quale scopo didattico vorreste utilizzare la realtà virtuale”, i corsisti hanno risposto “Simulare esperienze” (80,2%), “Supportare le lezioni tradizionali” (71,5%), “Viaggiare in terre lontane” (62,1%), “Esplorare lo spazio” (55,7%). Tra le applicazioni di VR più conosciute c’è *Google Earth* (71,2%), *Google Street View* (59%) e *Google arts & culture* (36,4%); tra queste, la più utilizzata è *Google Earth* (60,3%), seguita da *Google Street View* (50,6%). Il 26,5% tra tutti i rispondenti ~~che~~ dichiara, però, di non utilizzare applicazioni di VR proposte. Infine, nella consapevolezza della necessità di una formazione sempre attenta e specifica, richiedente un monitoraggio costante dei percorsi formativi per una piena e mirata realizzazione degli interventi, ai corsisti si è posto il quesito

“Durante il TFA Sostegno quali tecnologie digitali o tematiche saresti interessato/a ad approfondire”. In linea con il percorso di studi, i corsisti fanno emergere maggiormente il bisogno di approfondire tematiche sull’inclusione e applicazioni per la didattica disciplinare. Le risposte sono state le seguenti: il 79,4% ha scelto “Inclusione e didattica multimediale”, il 72,3% “Dispositivi di realtà immersiva” e il 71,2% “Uso di applicazioni per la didattica disciplinare”.

Conclusioni

L’indagine esplorativa condotta attraverso un questionario anonimo somministrato ai corsisti del VII ciclo del corso TFA Sostegno (organizzato dall’Università degli Studi di Bari per l’anno accademico 2021/2022) ha evidenziato che le competenze digitali degli insegnanti continuano a rappresentare una sfida per il sistema educativo. Risultano particolarmente significativi i dati riconducibili al rapporto tra formazione e pratica didattica: fa riflettere, infatti, che il 44% dei rispondenti riferisca di non praticare nessuna delle metodologie conosciute. A questo si aggiunge che il 64,9% dei rispondenti dichiara di possedere una certificazione delle competenze digitali, ma – nonostante la formazione continua all’utilizzo delle tecnologie – meno della metà dei corsisti dichiara di aver sperimentato modelli di didattica innovativa in classe. Inoltre, emerge in maniera preoccupante come il 66,2% valuti l’utilizzo degli strumenti compensativi digitali un utile supporto alla didattica, ma rispetto a un 73,8% che conosce la sintesi vocale, *ebook* e audiolibri, solo l’8,7% dichiara di saperli utilizzare “completamente”. Pertanto, l’utilizzo consapevole delle tecnologie digitali nella didattica resta un tema chiave che va affrontato sia nella formazione degli insegnanti in servizio che dei futuri insegnanti: è l’unico modo per sviluppare un panorama di innovazione didattica reale, come dettato dagli obiettivi di sviluppo sostenibile. Bisogna sottolineare che l’evoluzione del concetto di *digital divide* in quello di disuguaglianza digitale (*digital inequality*) comporta una considerazione: quello che conta nell’utilizzo delle nuove tecnologie della comunicazione non è la semplice possibilità o meno di connessione, ma gli utilizzi che vengono messi in campo e le competenze che possono maturare; saper utilizzare le tecnologie dell’informazione, della comunicazione e adattive per consentire modalità aperte all’apprendimento è una delle competenze dell’area 2 del “Profilo dei docenti inclusivi”, uno dei principali risultati del progetto europeo TE4I⁶ (*Teacher Education For Inclusion*). Lo studio ha confermato che l’utilizzo di strumenti e risorse digitali può dare all’insegnante dei vantaggi nella gestione di processi inclusivi dentro e fuori dalla classe, valorizzando la collaborazione e la cooperazione tra alunni, che, in quest’ottica, possono essere sempre posti al centro dell’azione educativa (Zambotti, 2010; 2013; Bonaiuti, 2009).

Dalla nostra indagine emerge la necessità di fornire ai docenti le conoscenze e le competenze per realizzare all’interno delle proprie classi lezioni in ambito

⁶ I materiali relativi a questo progetto sono consultabili al seguente URL: <https://www.european-agency.org/activities/te4i>.

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Math*), attraverso i principi base dell'intelligenza artificiale, l'applicazione di metodologie didattiche innovative e interdisciplinari, la realizzazione di lezioni interattive coinvolgenti e che riflettano applicazioni del mondo reale. In merito alla realtà immersiva, il 53,4% dei corsisti si dichiara d'accordo che tali esperienze nella didattica possano favorire l'inclusione degli alunni in difficoltà e che per gli alunni con disabilità studiare in un ambiente digitalmente aumentato contribuisca a rafforzare la motivazione e incentivi l'apprendimento significativo. Tuttavia, l'82,4% dichiara di non aver mai utilizzato applicazioni di AR per l'intrattenimento e il 97,2% di non avere utilizzato applicazioni di AR nella didattica. Le realtà immersive (virtuale e aumentata) diventano sempre più strumenti che stimolano un approccio STEAM, nonché le capacità di comunicazione e *storytelling* (MIUR, Rapporto finale 13 luglio 2020⁷). L'AR ha anche enormi potenzialità di inclusione, dal momento che riesce a coinvolgere simultaneamente più sensi all'interno dell'esperienza di apprendimento (vista, udito, tatto), rispondendo più facilmente anche ai bisogni educativi degli studenti con disabilità (Shneiderman, 2000). I rapidi cambiamenti nei campi della scienza e della tecnologia hanno influenzato direttamente l'economia e l'industria e ci si aspetta che gli individui abbiano abilità diverse, come capacità di pensiero critico, creatività, capacità di risoluzione dei problemi (Yildirim et al., 2020). I rispondenti all'indagine dimostrano di avere consapevolezza della necessità di formarsi all'utilizzo della realtà immersiva e sono "abbastanza" convinti che applicazioni di AR/VR possano contribuire a migliorare i risultati nell'apprendimento dei propri studenti: questo conferma come – all'interno del percorso formativo per la specializzazione degli insegnanti di sostegno – sia indispensabile inserire percorsi di alfabetizzazione all'utilizzo della realtà immersiva nella pratica didattica, sostenendo, attraverso la formazione, anche la motivazione a utilizzare pratiche didattiche innovative (Erme et al., 1999; Mangiatori, 2017) e considerando come una professionalità in formazione debba superare gli ostacoli tra *digital divide* e *digital inequality*, che si estenderebbero a studenti e studentesse con Bisogni Educativi Speciali.

Bibliografia

AKGÜN, M., & ATICI, B. (2022). The Effects of Immersive Virtual Reality Environments on Students' Academic Achievement: A Meta-analytical and Meta-thematic Study. *Participatory Educational Research*, 9(3), 111–131.

DOI: <https://doi.org/10.17275/per.22.57.9.3>

<http://www.perjournal.com>

⁷ Il rapporto redatto dal Comitato di esperti, istituito con D.M. del 21 aprile 2020, è consultabile al seguente URL:

<https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/RAPPORTO+FINALE+13+LUGLIO+2020.pdf/c8c85269-3d1f-9599-141c-298aa0e38338?version=1.0&t=1613234480541>.

ANELLO, F., & FERRARA, G. (2018). Efficacia del tirocinio per lo sviluppo di consapevolezza critica in futuri insegnanti di sostegno: centralità del lavoro progettuale. *MeTis*, 8(2). DOI: <https://doi.org/10.30557/MT00035>

ATTWOOD, A. I., BRUSTER, B. G., & BRUSTER, B. G. (2020). An Exploratory Study of Preservice Teacher Perception of Virtual Reality and Artificial Intelligence for Classroom Management Instruction. *Srate Journal*, 29(2), 1–9.
http://www.srate.org/z_journal_archive_29_2.html

BENASSI, A. (2018). Didattica immersiva. *Bricks*, 8(3), 106–111.

BOCCONI, S., EARP, J., & PANESI, S. (2018). *DigCompEdu. Il quadro di riferimento europeo sulle competenze digitali dei docenti*. Istituto per le Tecnologie Didattiche, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).
DOI: <https://doi.org/10.17471/54008>

BUCHNER, J., & ZUMBACH, J. (2018). Promoting Intrinsic Motivation with a Mobile Augmented Reality Learning Environment. *International Association for Development of the Information Society*.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED590357.pdf>

CENSIS. (2020). *Diario della transizione 2020. La scuola e i suoi esclusi*.
<https://www.censis.it/formazione/italia-sotto-sforzo-diario-della-transizione-2020>.

CHEN, Y., WANG, Q., CHEN, H., SONG, X., TANG, H., & TIAN, M. (2019, June). An overview of augmented reality technology. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1237, No. 2, p. 022082). IOP Publishing.
DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>
<https://www.coursehero.com/file/128854864/An-overview-of-augmented-reality-technologypdf/>.

CHIA, I., & TAY, J. (2022). Virtual Art Gallery: A Multidisciplinary Approach. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education*, 7(1), 98–113. <https://www.ojed.org/index.php/jimphe>

COPPOLA, S., & ZANAZZI, S. (2020). L'esperienza dell'arte. Il ruolo delle tecnologie immersive nella didattica museale. *Formazione & insegnamento*, 18(2), 036–049. DOI: https://doi:10.7346/-fei-XVIII-02-20_04.

DE KERCKHOVE, D. (1997). *L'intelligenza connettiva. L'avvento della Web Society*. De Laurentiis Multimedia.

DI NATALE, A. F., REPETTO, C., RIVA, G., & VILLANI, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006–2033.
DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>.

EUROPEAN COMMISSION. (2021). *Piano d'Azione per l'Istruzione Digitale 2021-2027*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>

FERNÁNDEZ-BATANERO, J. M., CABERO, J., & LÓPEZ, E. (2019). Knowledge and degree of training of primary education teachers in relation to ICT taught to students with disabilities. *British Journal of Educational Technology* 50(4), 1961–1978, DOI: <https://doi:10.1111/bjet.12675>.

FORNASARI, A. (2021). Tecnologie digitali e didattica. In A. FORNASARI, M. CONTE, & G. PECONIO, *L'impatto delle tecnologie digitali nella didattica universitaria italiana. Le rilevazioni ANVUR: una ricerca in progress. Nuova Secondaria*, n. 3, novembre 2021 – Anno XXXIX – ISSN 1828-4582, 129–132.

FRANCO, R. (2018). *La didattica attiva per l'insegnamento delle scienze nelle scuole superiori*. Lampi di stampa.
http://www.francoangeli.it/come_publicare/publicare_19.asp

GARZON ARTACHO, E., MARTÍNEZ, T. S., ORTEGA MARTIN, J. L., MARIN MARIN, J. A., & GOMEZ GARCIA, G. (2020). Formazione degli insegnanti nell'apprendimento permanente: l'importanza della competenza digitale nell'incoraggiamento dell'innovazione nell'insegnamento. *Sostenibilità*, 12(7), 2852.

GÓMEZ-GARCÍA, G., HINOJO-LUCENA, F. J., ALONSO-GARCÍA, S., & ROMERO-RODRÍGUEZ, J. M. (2021). Mobile learning in pre-service teacher education: perceived usefulness of AR technology in primary education. *Education Sciences*, 11(6), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11060275>.

GRAESKE, C., & ASPLING SJÖBERG, S. (2021). VR-Technology in Teaching: Opportunities and Challenges. *International Education Studies*, 14(8), 76–83. DOI: <https://doi.org/10.5539/ies.v14n8p76>.

HUANG, T. C., CHEN, C. C., & CHOU, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>

HIRSH-PASEK, K., ZOSH, J. M., HADANI, H. S., GOLINKOFF, R. M., CLARK, K., DONOHUE, C., & WARTELLA, E. (2022). A Whole New World: Education Meets the Metaverse. Policy Brief. *Center for Universal Education at The Brookings Institution*.
<https://www.brookings.edu/research/a-whole-new-world-education-meets-the-metaverse/>

HITE, R., CHILDERS, G., JONES, G., & CORIN, E. (2021). Describing the experiences of students with ADHD learning science content with emerging technologies. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 24(1), 1–34. DOI: <https://doi.org/10.14448/jsted.13.0012>

KAUFMANN, H., & MEYER, B. (2009). Physics education in virtual reality: an example. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1–2), 117–130.

KELLER, T., HEBEISEN, A., & BRUCKER-KLEY, E. (2018). Integration of Children with Special Needs in Mathematics through Virtual Reality. *International Association for Development of the Information Society*.

LAURILLARD, D. (2012). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. Routledge.

LIMONE, P., & PARMIGIANI, D. (2017). Modelli pedagogici e pratiche didattiche per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti. *Progedit*.

MALLIDIS-MALESSAS, P., IATRAKI, G., & MIKROPOULUS, A. T. (2022). Teaching Physics to students with intellectual disabilities using Digital Learning Objects. *Journal of Special Education Technology*, 37(4), 510–522.

DOI: <https://doi.org/10.1177/01626434211054441>

MANGIATORDI, A. (2017). *Didattica senza barriere, Universal Design, tecnologie e risorse sostenibili*. Edizioni ETS.

MORIGGI, S., & PIREDDU, M. (2021). Apprendimento multidimensionale. *QTimes. Giornale di educazione*, XIII, 2, pp. 221–237.

MOSA, E. (2016). Principali direttrici di ricerca internazionali sul rapporto tra didattica e spazi educativi. In S. BORRI, & L. GALIMBERTI (Eds.), *Spazi educativi e architetture scolastiche: linee e indirizzi internazionali*, 13–27. Indire.

LIMONE, P., PACE, R., & RITA MANGIONE, G. (2016). *Dimensione didattica, tecnologica e organizzativa. La costruzione del processo di innovazione a scuola*. FrancoAngeli.

PANG, D. C. G. (2021). Immersive Virtual Reality (VR) Classroom to Enhance Learning and Increase Interest and Enjoyment in the Secondary School Science Curriculum. *International Association for Development of the Information Society*.

PANTELIDIS, V. S. (2010). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in science and technology education*, 2(1-2), 59–70.

PANZAVOLTA, S., & CINGANOTTO, L. (2020). Apprendere le STEM con la metodologia TEAL. Quando la tecnologia supporta l'apprendimento per problemi. *IUL Research*, 1(2), 133–152. DOI: <https://doi.org/10.57568/iulres.v1i2.86>

<https://iulresearch.iuline.it/index.php/IUL-RES/article/view/86/102>.

PINNELLI, S., & FIORUCCI, A. (2020). Valutazione della componente tecnologica per la promozione dell'inclusione. Un'esperienza di ricerca-azione su base index rivolta a docenti di sostegno in formazione. *MeTis*, 10(1), 257–278.

DOI: <https://doi.org/10.30557/MT00122>

PURCELL, C., & ROMIJN, A. R. (2020). Teaching children road safety using a simulated environment. *Journal of Education and Educational Development*, 7(1), 44–54. DOI: <https://doi.org/10.22555/joeed.v7i1.2948>.

RADU, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>

RIVOLTELLA, P. C. (2010). Oltre il virtuale: la nostra è una “realtà aumentata”. *Vita Pensiero*, 5, 102–108. <https://publicatt.unicatt.it/handle/10807/114637>

RIVOLTELLA, P. C. (2016). *Che cos'è un EAS. L'idea, il metodo, la didattica*. Editrice La Scuola.

SÁNCHEZ-CRUZADO, C., SANTIAGO CAMPIÓN, R., & SÁNCHEZ-COMPAÑA, M. T. (2021). Alfabetizzazione digitale degli insegnanti: la sfida indiscutibile dopo il COVID-19. *Sostenibilità*, 13(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/su13041858>

SHNEIDERMAN, B. (2000). Universal usability. *Communications of the ACM*, 43(5), 84–91. DOI: <https://doi.org/10.1145/332833.332843>

SONTAY, G., & KARAMUSTAFAOĞLU, O. (2021). Students' views on the use of augmented reality technology. *Teaching Science, European Journal of Educational Sciences*, 8(4), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.19044/ejes.v8no4a1>

WU, H. K., LEE, S. W. Y., CHANG, H. Y., & LIANG, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

YILDIRIM, B., SAHIN-TOPALCENGİZ, E., ARIKAN, G., & TIMUR, S. (2020). Using virtual reality in the classroom: Reflections of STEM teachers on the use of teaching and learning tools. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 6(3), 231–245. DOI: <https://doi.org/10.21891/jeseh.711779>