VR LogiTrainer:

Un paradigma triadico collaborativo per il futuro della formazione immersiva nella logistica

Leonardo Roccato

SEZIONE 1: Genesi, Visione e Framework Teorico

1.1 Il contesto post-COVID (2023) e il "limite fisico" dei laboratori

La genesi del progetto VR LogiTrainer si colloca nel 2023, in un contesto educativo e sociale profondamente segnato dalle conseguenze della pandemia di COVID-19. Il rientro a regime nelle aule ha evidenziato dinamiche relazionali fragili, difficoltà di concentrazione e un diffuso calo motivazionale tra i giovani, provati dai lunghi periodi di isolamento e di Didattica a Distanza (DAD). Gli studenti necessitavano di stimoli nuovi per ricostruire le dinamiche di socializzazione e collaborazione. A questa urgenza pedagogica si sommava un limite fisico storico della formazione professionale logistica (VET): lo spazio. Nei laboratori scolastici, la sicurezza impone manovre semplificate in aree ristrette. **Il classico limite dei "5 metri di scaffali, un muletto, un pallet e qualche scatolone"** non riesce assolutamente a restituire la reale complessità operativa di un polo logistico. Questa condizione impedisce di allenare l'orientamento spaziale in aree vaste, la gestione dei flussi continui e, soprattutto, la percezione reale del rischio. L'innovazione doveva quindi rispondere a una doppia sfida: abbattere queste barriere spaziali e, contemporaneamente, riattivare il coinvolgimento relazionale dei ragazzi.

1.2 Lo "Stato dell'Arte" e il paradosso dell'addestramento individuale

Nella fase preliminare di analisi (2023), la ricerca dello stato dell'arte tecnologico ha identificato nel *VR Training Simulator di Jungheinrich* il benchmark industriale di riferimento. Tale sistema rappresenta l'eccellenza per l'addestramento tecnico, massimizzando la fedeltà hardware (piattaforma di movimento a 4 assi, comandi originali) con l'obiettivo di preparare il singolo operatore. Tuttavia, l'adozione di un simile modello in ambito scolastico presentava una criticità strutturale, resa ancora più stridente dalle dinamiche post-COVID appena citate. Inserire uno studente all'interno di un ecosistema virtuale totalmente chiuso e isolante rischiava di alienarlo dal "sistema classe", replicando dinamiche di chiusura relazionale. I simulatori commerciali allo stato dell'arte, focalizzati sul rapporto esclusivo pilota-macchina, privilegiano l'addestramento meccanico a discapito della comprensione collaborativa dei flussi logistici.

1.3 La scelta della piattaforma proprietaria: il "laboratorio diffuso"

Per evitare il "paradosso dell'isolamento" tipico dei simulatori individuali, il CIOFS-FP ha scelto di non affidarsi a soluzioni commerciali chiuse, spesso rigide e difficilmente scalabili nel contesto di una classe intera. L'opportunità fornita dal Bando VET della Regione Veneto ha catalizzato una partnership strategica con il Parco Scientifico e Tecnologico **Galileo Visionary District** e **PopLab** per lo sviluppo di VR LogiTrainer.

Il sistema è stato concepito secondo un **modello concettuale orientato al Software-as-a-Service (SaaS)** per garantirne la modularità e la futura flessibilità di distribuzione. Tuttavia, in questa fase di validazione, l'infrastruttura tecnica risiede ancora in una dimensione di **rete locale (LAN)**; questa configurazione, sebbene richieda setup manuali, ha garantito la stabilità necessaria alla sperimentazione sul campo, ponendo però la migrazione verso un'architettura interamente *cloud-based* come l'obiettivo primario per la Versione 2.0. In questo modo, il progetto realizza la visione

del **"laboratorio diffuso"**, dove il perimetro fisico della scuola si espande digitalmente in un magazzino virtuale "infinito".

1.4 Il Framework Teorico: Umanesimo Salesiano e *Situated Learning*

La sfida non è stata solo tecnologica, ma profondamente pedagogica. In un contesto educativo ispirato al **Sistema Preventivo di Don Bosco**, l'introduzione della Realtà Virtuale (VR) portava con sé un rischio intrinseco: l'isolamento dello studente dietro il visore.

La Realtà Virtuale non è stata adottata per sostituire la realtà, ma come mediatore relazionale per favorire il *peer-learning* (apprendimento tra pari). Questa architettura trova solida validazione in due framework pedagogici della ricerca internazionale:

- **Situated Learning (Apprendimento Situato):** La VR permette di compiere cicli di "azione-osservazione" in un contesto autentico. Non è gamification, ma costruzione di "memoria procedurale" (saper cosa fare e quando).
- **Self-Efficacy (Auto-efficacia):** Poter sbagliare in un ambiente protetto, senza danni a macchinari o persone (come accadrebbe nella realtà post-COVID, dove l'ansia da prestazione è aumentata), riduce lo stress e costruisce la fiducia operativa prima dell'ingresso in azienda.

SEZIONE 2: La Sfida Tecnologica e il Gruppo di Lavoro Multidisciplinare

2.1 Un ecosistema di collaborazione territoriale

La progettazione di **VR LogiTrainer** non è stata un semplice passaggio di specifiche tecniche, ma il frutto di un dialogo serrato tra il mondo della formazione e quello dello sviluppo tecnologico. **La partnership con Galileo Visionary District è stata fondamentale in quanto ha creduto fin dall'inizio nel progetto supportando coordinamento e analisi fabbisogni.**

In questa cornice, Galileo ha favorito la collaborazione con **PopLab**, che ha curato lo sviluppo tecnico, la modellazione 3D e la UX, e ha coinvolto la **Scuola Italiana Design (SID)** per il supporto nella progettazione dell'esperienza utente, nel branding e nella promozione.

Per garantire che l'applicazione rispondesse a reali esigenze didattiche e professionali, è stato costituito un gruppo di lavoro dedicato:

- **Per il CIOFS-FP:** Leonardo Roccato (IT Manager e referente di progetto), Emanuele Babetto (Formatore di Logistica) e Maria Borgato (Tutor con esperienze pregresse nel settore).
- **Per PopLab:** Luca Trombin (Referente di progetto) e un team di programmatori dedicati allo sviluppo del codice.
- **Per Galileo Visionary District:** Steve Azzalin (Responsabile relazioni con partner di ricerca)

2.2 Brainstorming e "Sceneggiatura Didattica": Oltre la Gamification

Il team si è riunito regolarmente in numerose sessioni di brainstorming per mappare le operazioni da replicare nel magazzino virtuale. In questa fase, il criterio guida non è stato il realismo estetico fine a se stesso, ma l'efficacia formativa.

Laddove il realismo estremo avrebbe aggiunto solo complessità tecnica senza benefici per l'apprendimento, abbiamo optato per **semplificazioni mirate**. Queste scelte sono state progettate per essere estremamente significative dal punto di vista del processo logistico, permettendo allo studente di concentrarsi sulle sequenze operative e sulla gestione delle informazioni.

2.3 L'esperienza sul campo: La visita ad Alìper spa

Un momento di svolta nella progettazione è stata la **visita congiunta ai magazzini di Alìper spa**. Portare i programmatori di PopLab direttamente sul campo è stato determinante per mostrare loro la dinamica reale dei processi.
Vedere in concreto il movimento dei mezzi e la gestione degli spazi ha permesso di chiarire ai tecnici alcune procedure e problematiche che a loro erano ignote. Questo confronto diretto ha guidato il team nel decidere dove il software dovesse essere rigoroso (come nella precisione del picking) e dove invece la semplificazione didattica fosse più funzionale all'apprendimento delle logiche di sistema.

2.4 La sfida del "Custom": perché sviluppare un motore proprietario

L’analisi dello stato dell’arte (2024-2026) evidenzia come il mercato Enterprise offra soluzioni eccellenti per il training individuale (es. Jungheinrich), ma spesso troppo rigide per il "sistema classe".
VR LogiTrainer è stato concepito come un ecosistema applicativo *tailor-made* per l’istruzione professionale. L’adozione di tool standard avrebbe imposto vincoli architetturali poco compatibili con la necessità di un unico docente di gestire, personalizzare e adattare simultaneamente diverse simulazioni per i singoli studenti.
Per questo è stato sviluppato un **framework proprietario** composto da tre applicazioni interconnesse (Teacher, VR Studente, PC Studente), garantendo flessibilità di configurazione e aderenza procedurale ai flussi reali del magazzino.

SEZIONE 3: Metodologia – L'Approccio "Triadico" e l'Architettura Software

3.1 Rompere la "bolla" della VR attraverso la Collaborazione Asimmetrica

Uno dei limiti strutturali nell'uso della Realtà Virtuale in ambito educativo è l'isolamento percettivo: lo studente che indossa il visore entra in una dimensione chiusa, separandosi dal resto della classe. Per ovviare a questo problema, VR LogiTrainer è stato progettato secondo un **approccio triadico** basato sulla **"Collaborazione Asimmetrica"**.
L'aula cessa di essere un insieme di individui isolati per trasformarsi in un laboratorio di cooperazione attiva, dove l'esercizio solitario diventa un momento di *peer-learning* e assistenza continua.

3.2 La sfida del "Custom": flessibilità per i contesti VET e Aziendali

Il sistema è stato concepito come un ecosistema applicativo *tailor-made* estremamente flessibile. Se nel **contesto VET** la variabile critica è la gestione simultanea di una classe da parte di un unico docente, nel **contesto aziendale** la piattaforma si rivela uno strumento potente per la formazione continua e il *reskilling*.
L'adozione di tool standard orientati al gaming avrebbe imposto vincoli architetturali poco compatibili con scenari dove un formatore (scolastico o aziendale) deve poter personalizzare e adattare le simulazioni in tempo reale.
Per questo, PopLab ha sviluppato un **framework proprietario** composto da tre applicazioni interconnesse:

- **PC Docente/Formatore:** Ambiente di configurazione e monitoraggio panottico.
- **VR Studente/Apprendista:** Applicazione immersiva dedicata alla simulazione operativa.
- **PC Studente/Controller:** Postazione di controllo accoppiata al visore per il monitoraggio real-time.

3.3 Sincronizzazione e Real-time: il modello a "Beacon"

Per garantire un dialogo senza latenza tra visore e PC anche su reti non dedicate, è stato implementato un **modello di comunicazione a pacchetti dati selettivi (beacon)**. Questo approccio riduce drasticamente il consumo di banda, focalizzandosi esclusivamente sulle informazioni rilevanti (coordinate, eventi operativi, collisioni) e permettendo una sincronizzazione fluida essenziale per la collaborazione tra i ruoli.

3.4 Traduzione della logica di magazzino: il magazzino "Data-Driven"

Il magazzino virtuale non è un ambiente statico, ma **si "genera da zero" ad ogni esercitazione** a partire da file CSV predisposti dal formatore. L'ambiente 3D diventa la rappresentazione spaziale di un processo definito da input documentali autentici (DDT virtuali). Ogni azione viene validata rispetto a criteri oggettivi: correttezza del collo, coerenza quantitativa e rispetto della sequenza operativa, restituendo al termine metriche professionali tracciabili.

3.5 I Tre Pilastri del Metodo

L'architettura software supporta tre ruoli operativi interdipendenti:

- **Il Docente/Formatore (App Teacher + Veyon):** È la postazione di comando. Il formatore configura la lezione decidendo a monte la tipologia di esercitazione (Picking o Messa a Magazzino). Grazie all'integrazione con il software Veyon, mantiene una visione "panottica" su tutti i PC della classe, potendo intervenire da remoto per sbloccare situazioni o mostrare un errore specifico a tutti i partecipanti.
- **L'Operatore (Applicazione VR):** Immerso nello scenario, gestisce le procedure operative attraverso due moduli principali:
    1. **Modulo Picking (Prelievo):** Lo studente deve prelevare i colli indicati in una lista consultabile su un palmare virtuale fissato al polso. Deve identificare la locazione corretta e scansionare l'etichetta del collo tramite il laser dello scanner virtuale. Il sistema fornisce feedback immediati (come il segnale acustico "Bip" e visivo “spunta verde) per segnalare imprevisti o errori di prelievo (spunta rossa).
    2. **Modulo Messa a Magazzino (Stoccaggio):** Simula il flusso di entrata merci. L'operatore identifica il gate di arrivo e usa il transpallet per spostare il carico in zona scarico. Dopo aver rimosso l'imballaggio e riconfigurato i pallet, passa alla guida del carrello elevatore. Scansionando un QR code, il sistema indica lo scaffale di destinazione. Per facilitare la manovra in altezza, il software attiva una guida assistita ("movimento a binari") in prossimità dello scaffale, fornendo un feedback sulla correttezza del posizionamento.
- **Il Controller (App Student):** È lo studente/collega che affianca l'operatore dalla postazione PC. Questo software permette di visualizzare esattamente ciò che vede l'Operatore (mirroring) con un'interfaccia arricchita. Il Controller verifica la correttezza della lista, supporta la navigazione e segnala errori procedurali, simulando la responsabilità del lavoro a terra e la gestione dei flussi informativi.

3.6 Una palestra di comunicazione tecnica

Poiché Operatore e Controller vedono l'esercizio da prospettive diverse ma interconnesse, sono costretti a un flusso continuo di informazioni. Questa dinamica replica fedelmente la sinergia di un vero team logistico, dove la comunicazione precisa è vitale per l'efficienza e la sicurezza.

SEZIONE 4: La Voce del Campo – Validazione Scientifica e Impatto Didattico

4.1 Il Memoriale del Formatore: la "Pedagogia dell'Errore Fatale"

L'introduzione di VR LogiTrainer ha risposto a un'esigenza sentita con forza dal corpo docente: la necessità di trasformare la teoria in una "memoria procedurale" solida prima dell'ingresso in azienda. Il formatore, analizzando i mesi di sperimentazione, identifica il valore aggiunto del simulatore nel concetto di **Situated Learning (Apprendimento Situato)**, manifestandosi in tre aree critiche:

- **Sperimentazione dell'Errore:** In un magazzino reale, un errore di manovra può avere costi elevati o compromettere la sicurezza. La VR permette agli studenti di commettere "errori fatali" in un ambiente protetto al 100%. Questo trasforma l'errore da evento punitivo a momento di riflessione critica immediata.
- **Riduzione dei Tempi di Affiancamento (On-boarding):** Lo studente arriva in azienda con una familiarità già acquisita verso interfacce digitali simili ai WMS (*Warehouse Management Systems*) e verso la segnaletica (che è personalizzabile). Questo riduce drasticamente le ore di affiancamento necessarie da parte dei tutor aziendali.
- **Apprendimento Ripetibile:** A differenza della pratica reale, vincolata ai ritmi produttivi, il simulatore permette la ripetizione ciclica dell'operazione fino alla metabolizzazione del workflow.

4.2 Analisi Quantitativa: Risultati e Framework Teorici

La validazione effettuata sulla classe 2C (studenti "novizi") ha fornito dati che confermano l'efficacia del metodo triadico rispetto ai benchmark globali della formazione VR.

4.2.1 Engagement e Coinvolgimento Immersivo

L'**84,2%** degli allievi ha valutato l'esperienza con il massimo punteggio rispetto al laboratorio tradizionale. Questo dato è coerente con i trend internazionali (2024-2026) che vedono la VR aumentare drasticamente la motivazione intrinseca, superando la noia tipica della didattica frontale.

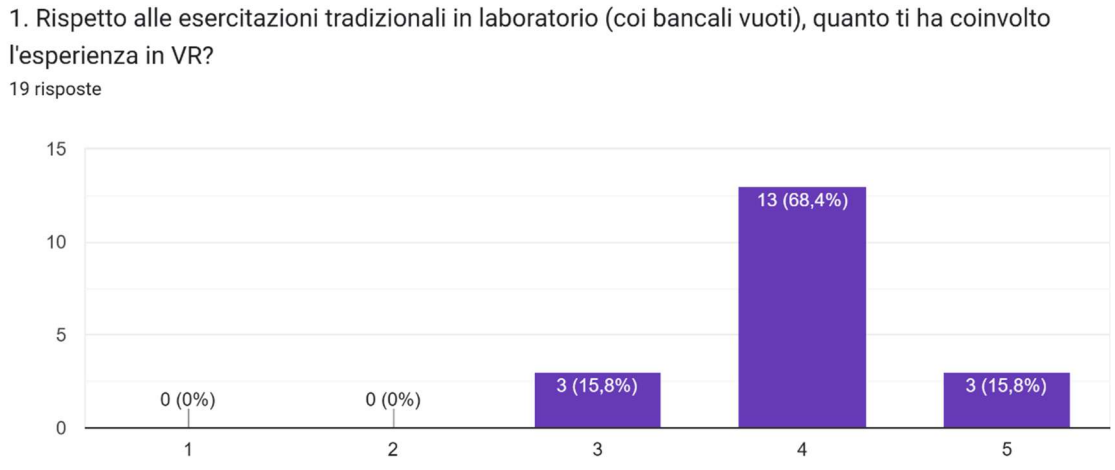


Figura 1Livello di coinvolgimento della VR rispetto al laboratorio tradizionale (Scala 1-5).

4.2.2 Lo "Scudo Psicologico" della Self-Efficacy

Il dato più significativo riguarda la percezione di competenza: il **94,7%** degli studenti si sente più sicuro o possiede un'ottima base operativa in vista dello stage. Nella letteratura scientifica, questo fenomeno è definito **Self-Efficacy (Auto-efficacia)**: la simulazione agisce come uno "scudo psicologico", permettendo allo studente di gestire l'ansia da prestazione prima dell'impatto con il contesto produttivo reale.

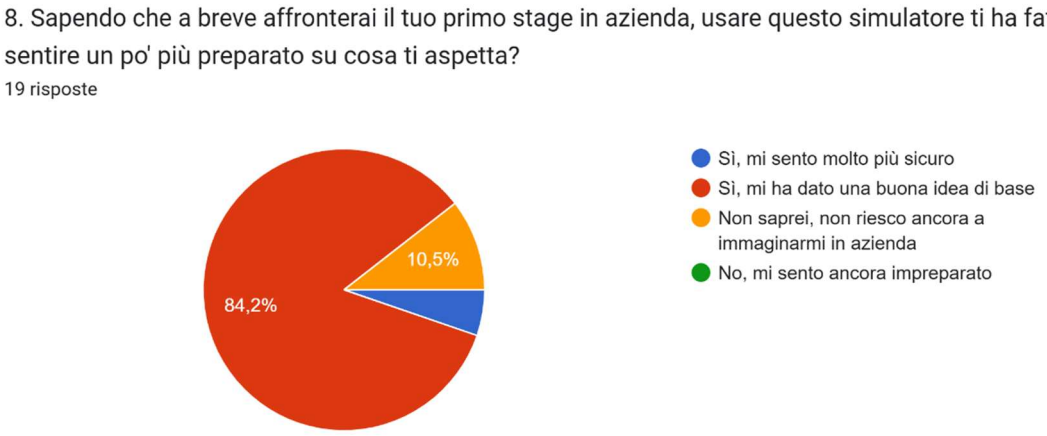


Figura 2 Percezione di preparazione in vista del primo stage aziendale.

4.2.3 Feedback e Correzione del Flusso

Il **57,9%** degli intervistati ritiene fondamentale il feedback immediato fornito dal sistema in caso di errore. Questo conferma che la VR non è solo uno strumento di visione, ma un dispositivo di correzione procedurale che accelera la curva di apprendimento.

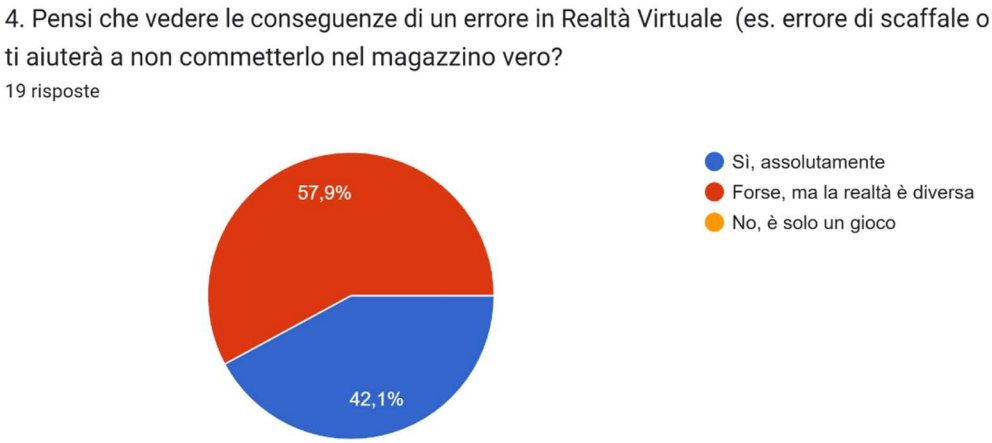


Figura 3 Utilità percepita del feedback di errore in Realtà Virtuale.

4.2.4 Peer-Learning e Collaborazione Asimmetrica

Il **90%** degli studenti ha giudicato "molto utile" il ruolo di **Controller** dalla postazione PC. Questo risultato convalida scientificamente l'approccio triadico del CIOFS-FP: l'utilità del controller risiede nella **Collaborazione Asimmetrica**, dove lo studente al PC sviluppa *soft skills* legate al monitoraggio, alla responsabilità e alla comunicazione tecnica ("aiutare chi non vede quello che vedi tu").

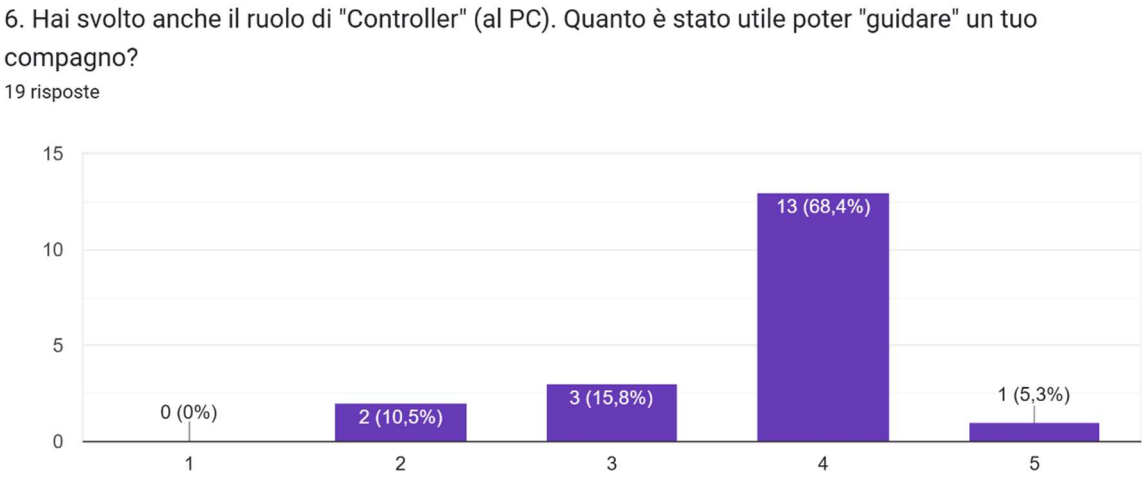


Figura 4 Valutazione dell'utilità del ruolo di "Controller" al PC (Scala 1-5).

4.3 Sintesi Qualitativa: la VR con gli occhi degli studenti

Chiamati a descrivere l'esperienza con una sola parola, gli studenti hanno restituito un'immagine di modernità e concretezza. Tra i termini più ricorrenti troviamo: **"Innovativo", "Futuristico", "Pratico"** e persino termini gergali come **"Figata"**, che testimoniano il superamento della noia che talvolta accompagna la didattica frontale.



In conclusione, se per gli studenti del quarto anno la VR è stata una conferma di quanto visto in azienda, per i ragazzi del secondo è stata una scoperta guidata. Come suggerito da uno studente: "***È un'esperienza che simula come lavorare in un magazzino vero***".

La validazione scientifica si completerà nel mese di giugno, quando una seconda rilevazione misurerà l'impatto dell'esperienza di stage sulla percezione del simulatore, chiudendo il cerchio tra aula virtuale e magazzino fisico.

SEZIONE 5: Analisi Critica e Limiti Emersi (Trasparenza)

5.1 Il valore dell'errore nella progettazione

Una sperimentazione didattica autentica ha il dovere di evidenziare non solo i successi, ma anche le frizioni operative. L'utilizzo sul campo di VR LogiTrainer ha permesso di stressare il sistema, facendo emergere limiti che definiscono oggi la *roadmap* per l'evoluzione futura della piattaforma. Questi limiti non sono visti come fallimenti, ma come dati di realtà fondamentali per il passaggio da prototipo a prodotto scalabile.

5.2 Rigidità del Workflow e Pedagogia Salesiana

Una delle criticità emerse riguarda la gestione centralizzata delle sessioni, che attualmente impone l'avvio e la chiusura simultanea per tutti i partecipanti.

- **La sfida inclusiva:** In una scuola salesiana, il Sistema Preventivo mette al centro la persona e i suoi tempi unici di apprendimento (*scaffolding*). Costringere il gruppo a muoversi alla stessa velocità è un limite tecnico che rischia di generare frustrazione o noia.
- **La soluzione attuale:** Questo limite viene gestito tramite la **differenziazione degli input**. Il docente assegna task più complessi/liste di prelievo più lunghe agli allievi più rapidi, permettendo di livellare i tempi di conclusione della sessione. Tuttavia, la ricerca sullo stato dell'arte (2024-2026) indica che il futuro della VR educativa risiede nella **modalità asincrona**, verso cui il progetto dovrà tendere.

5.3 Complessità del Setup e Infrastruttura di Rete

L'attuale ecosistema (Visori + PC + Software di monitoraggio Veyon) richiede una rete locale (LAN) e Wireless estremamente stabile.

- **Frizioni tecniche:** La necessità di gestire IP statici e configurazioni firewall rappresenta un "collo di bottiglia" per la scalabilità in altri centri o aziende.
- **Confronto con lo Stato dell'Arte:** Le tendenze attuali mostrano che la gestione manuale del setup è una problematica all'adozione della VR. Per questo, la soluzione identificata per il futuro è la migrazione verso architetture **Cloud-based**, che riducano la dipendenza dall'hardware locale e fasi di setup.

5.4 Gestione Dati e Manutenzione

- **L'inserimento dei dati:** Attualmente, la configurazione dei magazzini tramite file CSV, pur essendo flessibile, richiede un carico di lavoro manuale per il docente.
- **Bug Fixing e Telemetria:** Nella fase di sviluppo, il lavoro di correzione degli errori è stato assorbito quasi esclusivamente dal team tecnico e dai formatori. Per una diffusione su larga scala, sarebbe auspicabile integrare sistemi di **telemetria e bug tracking automatico**. Come emerge dai benchmark industriali (es. report MDPI 2025), la capacità di un sistema VR di auto-segnalare i malfunzionamenti è ciò che distingue un progetto di ricerca da uno strumento professionale pronto per il mercato.

5.5 Considerazioni finali sulla sostenibilità

Nonostante queste "frizioni", VR LogiTrainer ha dimostrato una buona stabilità grazie al lavoro di ottimizzazione dei pacchetti dati (*beacon*). Il riconoscimento dei limiti attuali non ne mina la validità, ma ne traccia il percorso evolutivo verso un sistema sempre più autonomo e accessibile.

SEZIONE 6: Roadmap Futura e Prospettive di Sviluppo

6.1 L'evento del 20 Marzo: Disseminazione e Validazione

L'evento di presentazione non segna la conclusione del progetto, ma una tappa fondamentale per la **disseminazione** nel panorama dei "Laboratori Diffusi 4.0". VR LogiTrainer si presenta oggi come un **MVP - Minimum Viable Product** , ovvero una versione già pronta per l'uso che soddisfa i requisiti formativi essenziali.
L'obiettivo è allinearsi ai trend globali che prevedono un mercato della formazione VR da **33 miliardi di dollari entro il 2033**, posizionando il CIOFS-FP come precursore nell'adozione di tecnologie che garantiscono una **conoscenza superiore del 70%** rispetto ai metodi classici.

6.2 Verso la Versione 2.0: Architettura Cloud e Flessibilità Pedagogica

Per superare i limiti infrastrutturali legati alla complessità delle reti locali, la roadmap prevede la migrazione verso un'architettura **Cloud-based**.

- **Obiettivo Tecnico:** Slegare la piattaforma dalle LAN scolastiche, riducendo i "colli di bottiglia" tecnici e facilitando l'installazione "Plug & Play".
- **Obiettivo Didattico:** Introdurre la **modalità asincrona**. Questo permetterà a ogni studente di seguire i propri ritmi, garantendo una reale inclusione anche per allievi con **neurodiversità** (come ADHD o autismo), che beneficiano di ambienti virtuali controllati e meno stressanti a livello sensoriale.

6.3 Ottimizzazione della UX e Fattibilità del Visual Cues Avanzato

La sperimentazione ha confermato la necessità di migliorare la percezione della profondità nelle manovre di stoccaggio in quota. La soluzione risiede nell'implementazione di **Visual Cues** (*segnali o indizi visivi*) avanzati.

- **Analisi di Fattibilità:** Grazie al motore proprietario "data-driven", è tecnicamente possibile inserire indicatori grafici dinamici (guide di allineamento o volumi evidenziati) senza sovraccaricare il sistema.
- **Fading Scaffolding:** Tendere pedagogicamente verso la tecnica del **Fading** (*dissolvenza graduale*). Gli aiuti visivi (lo *Scaffolding*, ovvero l'impalcatura di sostegno) saranno presenti all'inizio e scompariranno man mano che lo studente acquisisce destrezza, evitando che il simulatore diventi un semplice gioco passivo.

6.4 Digital Twin e Reskilling nell'Industria 5.0

VR LogiTrainer è predisposto per evolvere verso il concetto di **Digital Twin** (*Gemello Digitale*), ovvero la replica virtuale esatta di un magazzino fisico esistente.

- **Reskilling e Upskilling:** Lo strumento è strategico per il **Reskilling** di lavoratori verso nuove mansioni o l'**Upskilling** su nuove procedure di sicurezza, con una velocità di apprendimento 4 volte superiore alla media.

- **Industria 5.0:** In ottica futura, il simulatore permetterà di testare la collaborazione tra uomo e sistemi automatizzati, preparando gli studenti a un mercato del lavoro dove l'intelligenza artificiale e la robotica sono integrate nei flussi logistici.

6.5 Conclusione

Il progetto ha dimostrato che è possibile trasformare "5 metri di scaffali e un pallet" in un ambiente logistico infinito e sicuro.

La sfida futura è consolidare questo paradigma di **Umanesimo Tecnologico**, dove il docente non è sostituito dal visore, ma ne diventa il regista.

VR LogiTrainer non è solo un software, ma un ponte verso un sistema formativo d'eccellenza, capace di unire la missione educativa alle frontiere più avanzate della tecnologia immersiva.

CREDITS E PARTNERSHIP

Il progetto **VR LogiTrainer** è il risultato di una sinergia strategica tra il mondo della formazione professionale e l'eccellenza dell'innovazione tecnologica e del design del territorio.

Ente Promotore e Capofila

- **CIOFS-FP Padova:** Ideazione pedagogica, analisi dei fabbisogni formativi e validazione sul campo basata sul Sistema Preventivo di Don Bosco.
    - *Team di progetto:* Leonardo Roccato (IT Manager), Emanuele Babetto (Formatore Logistica), Maria Borgato (Tutor esperta di settore).

Sviluppo Tecnologico, Design e R&S Immersiva

L'intero processo di sviluppo della soluzione è stato curato dai partner scientifici del Parco Galileo, che hanno integrato teoria e pratica progettuale per garantire il realismo operativo del simulatore.

- **Galileo Visionary District:** Parco Scientifico e Tecnologico che promuove innovazione e sostenibilità. Ha supportato il progetto fin dalle fasi embrionali attraverso il coordinamento strategico, l'analisi dei fabbisogni e il networking istituzionale.
- **PopLab:** Laboratorio di Ricerca e Sviluppo (R&S) immersivo del Galileo Visionary District. Ha curato l'architettura software, lo sviluppo del framework proprietario, la modellazione 3D degli ambienti logistici e la sincronizzazione dei dati.
    - *Team tecnico:* Luca Trombin (Referente di progetto) e il team di programmatori VR.
- **Scuola Italiana Design (SID):** Istituto di alta formazione che ha guidato la progettazione dell'esperienza utente (UX), l'interfaccia grafica e la strategia di branding e promozione del progetto.

Collaborazione e Validazione sul Campo

- **Alìper spa:** Partner fondamentale per la validazione operativa. Ha permesso al team di sviluppo l'accesso ai propri magazzini per lo studio dei flussi reali, garantendo l'aderenza del software alle procedure logistiche autentiche.

Sostegno Istituzionale

- Il progetto è stato realizzato nell'ambito del **Bando VET della Regione Veneto**. Grazie al co-finanziamento dell'ente e al sostegno del Fondo Sociale Europeo Plus (FSE+), è stato possibile trasformare l'aula scolastica in un magazzino virtuale infinito.

BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI SITOGRAFICI

Riferimenti Accademici

- **Batista, J., et al. (2024).** *The Triadic Certification Method for Competencies Acquisition in Serious Games*. Computers, 13(8), 201. https://doi.org/10.3390/computers13080201
- **De Lorenzis, F., et al. (2024).** *Combining virtual reality with asymmetric collaborative learning: a case study in chemistry education*. Smart Learning Environments, 11(1), 43. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00302-w
- **Drey, T., et al. (2022).** *Collaborative Learning in VR: A Comparison of Symmetric and Asymmetric Pair-Learning*. CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- **Yu, N., et al. (2025).** *The Impact of Virtual Reality Immersion on Learning Outcomes: A Systematic Review*. Applied Sciences, 14(20). https://doi.org/10.3390/app14209512
- **PwC Global (2024).** *The Effectiveness of Virtual Reality Soft Skills Training in the Enterprise*. Research Report. https://www.pwc.com/us/vrtraining

Sitografia e Report di Settore

- **Hiverlab (2025).** *XR Training Transforming Top 3 sectors in Logistics & Manufacturing in 2025*. https://hiverlab.com/xr-training-logistics-manufacturing-in-2025/
- **Jungheinrich AG (2024).** *VR Training Simulator: Fahrsimulator per carrelli elevatori*. Documentazione tecnica ufficiale.
- **ResearchGate (2026).** *Situated Learning: How Interactions with Supervisors Shape Apprentices' Safety Practice*. https://www.researchgate.net/publication/362405722

RINGRAZIAMENTI

Un particolare ringraziamento per il supporto alla costruzione di questo paper a:

- Luca Trombin (PopLab) per il suo contributo tecnico su VRLogiTrainer
- I colleghi Emanuele Babetto e Maria Borgato per la raccolta dei feedback delle classi coinvolte