

Artificial Intelligence, metacognition and personalisation: the EduIA project to address school dropout

Intelligenza Artificiale, metacognizione e personalizzazione: il progetto EduIA per contrastare la dispersione scolastica

Alessandra La Marca^a, Ylenia Falzone^{b,1}

^a Università degli Studi di Palermo, alessandra.lamarca@unipa.it

^b Università degli Studi di Palermo, ylenia.falzone@unipa.it

Abstract

School dropout represents a complex challenge that requires innovative teaching strategies. In this context, artificial intelligence (AI) emerges as a promising tool to personalize learning and promote the development of metacognitive skills. This contribution explores the integration of AI, metacognition, and personalized teaching as fundamental elements for an engaging and stimulating learning environment. The paper presents a project that involves the use of EduIA, an application designed to support teaching that is currently being tested in four Sicilian upper secondary schools. The experimentation includes a preliminary phase to investigate teachers' opinions on the challenges of using AI in teaching, a training course dedicated to the teachers involved, with tools specifically developed for process evaluation, and a final phase to collect opinions from teachers and students about the experience.

Keywords: Artificial Intelligence; Metacognition; Personalisation; Teachers' Training; School Dropout.

Sintesi

La dispersione scolastica rappresenta una sfida complessa che richiede strategie didattiche innovative. In questo contesto, l'intelligenza artificiale (IA) emerge come uno strumento promettente per personalizzare l'apprendimento e favorire lo sviluppo di competenze metacognitive. Il contributo esplora l'integrazione tra IA, metacognizione e personalizzazione didattica come elementi fondamentali per un ambiente di apprendimento coinvolgente e stimolante. Viene presentato un progetto che prevede l'utilizzo di un'applicazione, EduIA, progettata per il supporto alla didattica, attualmente in fase di sperimentazione in quattro scuole secondarie di secondo grado siciliane. La sperimentazione include una fase preliminare volta ad indagare le opinioni degli insegnanti sulle sfide dell'uso dell'IA nella didattica, un percorso di formazione dedicato agli insegnanti coinvolti, con strumenti appositamente sviluppati per la valutazione del processo e una fase finale volta a raccogliere le opinioni di insegnanti e studenti sull'esperienza condotta.

Parole chiave: Intelligenza Artificiale; Metacognizione; Personalizzazione dell'apprendimento; Formazione insegnanti; Dispersione scolastica.

¹ Questo articolo è il risultato del lavoro congiunto dei due autori. In particolare, A. La Marca ha scritto i paragrafi 1, 3, 4.2, 4.3, 4.5, 5; Y. Falzone i paragrafi 2, 4, 4.1, 4.4.

1. Introduzione

La dispersione scolastica è una sfida complessa che richiede strategie innovative per essere affrontata. Tra le soluzioni più promettenti emergono l'intelligenza artificiale (IA), la metacognizione e la personalizzazione della didattica. L'integrazione di questi elementi può trasformare il modo in cui gli studenti apprendono, migliorando il loro coinvolgimento e riducendo il rischio di abbandono (Bhutoria, 2022; Ricci, 2024). L'IA, infatti, se utilizzata in modo adeguato, non si limita a fornire contenuti, ma aiuta gli studenti a diventare consapevoli del proprio apprendimento. Nell'ambito della diffusione dei sistemi di IA, i chatbot educativi si sono affermati come strumenti innovativi per supportare l'apprendimento, offrendo agli studenti assistenza immediata, feedback personalizzati e interazioni dinamiche. Un aspetto particolarmente interessante di queste tecnologie è il loro potenziale per lo sviluppo della metacognizione, ovvero la capacità degli studenti di riflettere sui propri processi di apprendimento e migliorare la propria autoregolazione. L'implementazione di tali tecnologie, utilizzate per potenziare l'*engagement* degli studenti e personalizzate la loro esperienza formativa, potrebbe contribuire al contrasto della dispersione scolastica.

In questo articolo presentiamo un progetto di ricerca-azione volto a indagare l'integrazione di un'applicazione IA specificatamente progettata, EduIA, nella didattica personalizzata come strategia per contrastare la dispersione scolastica e potenziare la metacognizione degli studenti. Il progetto, che costituisce un'esperienza esplorativa, utilizza l'applicazione EduIA come caso di studio per esplorare le potenzialità dell'IA nell'adattare contenuti e metodologie alle esigenze individuali degli studenti. L'obiettivo è analizzare le percezioni, le sfide e l'efficacia dell'implementazione di questo strumento nella pratica didattica quotidiana attraverso una sperimentazione strutturata in quattro scuole secondarie di secondo grado della regione Sicilia. La ricerca adotta un approccio misto che prevede: un'indagine preliminare sulle opinioni degli insegnanti riguardo le sfide dell'IA in ambito educativo, un percorso formativo con strumenti di valutazione del processo, e una valutazione finale delle percezioni di insegnanti e studenti che hanno partecipato al progetto.

2. IA, metacognizione e personalizzazione: i sistemi di adaptive learning

La sinergia tra IA, metacognizione e personalizzazione potrebbe rappresentare una svolta nel panorama educativo, delineando un ambiente di apprendimento rinnovato e orientato al successo di ogni studente (Azevedo & Wiedbusch, 2023). Come emerso da alcuni studi condotti sul tema (Bowers, 2021; Melo et al., 2022) l'IA, grazie ai suoi sistemi predittivi, si rivela uno strumento che può aiutare a individuare precocemente gli studenti a rischio. Analizzando dati e pattern, infatti, è in grado di segnalare situazioni di potenziale difficoltà, permettendo interventi tempestivi e personalizzati. Uno dei principali vantaggi è proprio la capacità di analizzare grandi quantità di dati e di segnalare gli studenti che mostrano segnali di rischio.

Questi studi riconoscono come l'IA non si limita soltanto a rilevare i problemi, ma diventa un alleato nello sviluppo dell'autonomia e della consapevolezza metacognitiva. Come evidenziato dai risultati dello studio di Filiz e Gür (2025), l'utilizzo strategico di strumenti di intelligenza artificiale generativa, come ChatGPT, può favorire lo sviluppo della consapevolezza metacognitiva. Gli autori suggeriscono che l'uso strategico di ChatGPT può incentivare la riflessione metacognitiva, migliorando la capacità di riconoscere i propri processi cognitivi e di adattare le strategie di apprendimento, soprattutto quando gli studenti

usano l'IA per finalità di verifica e di esplorazione critica, piuttosto che come semplice fonte di risposte. Lo sviluppo della metacognizione diviene, dunque, una parte centrale nelle ricerche che studiano l'integrazione dell'IA in ambito educativo. A tal proposito, un recente filone di ricerca analizza come utilizzare le piattaforme di *adaptive learning* per migliorare l'apprendimento metacognitivo e l'apprendimento autoregolato degli studenti, favorendo così il successo scolastico e lo sviluppo di competenze per l'apprendimento (Ackermann et al., 2025; Laak & Aru, 2024; Lazarides & Chevalère, 2021; Schipper et al., 2023). Combinate con le strategie metacognitive, queste piattaforme offrono percorsi di apprendimento personalizzati e feedback immediato, supportando gli studenti nella definizione degli obiettivi e nell'autovalutazione. Attraverso funzionalità interattive, l'IA guida gli studenti nella gestione del proprio apprendimento, potenziando le loro competenze di pianificazione, monitoraggio e valutazione dei progressi, contribuendo significativamente allo sviluppo della motivazione e dell'autonomia di studio (Gulbay et al., 2024; Ranieri, 2024). La dimensione metacognitiva diviene, in questo contesto, un elemento cruciale (La Marca et al., 2019; La Marca & Cappuccio, 2020). I chatbot educativi, grazie all'analisi dei dati in tempo reale e al feedback personalizzato, aiutano gli studenti a migliorare le proprie strategie di studio e a sviluppare competenze di autoregolazione dell'apprendimento. L'IA, pertanto, può essere utilizzata per lo sviluppo della competenza metacognitiva attraverso feedback intelligenti che evidenziano punti di forza e debolezza, piattaforme di autovalutazione che offrono report dettagliati, e assistenti virtuali per il coaching metacognitivo che supportano l'autoregolazione e la gestione dello stress (Yang & Xia, 2023). Le piattaforme di IA promuovono l'autonomia dello studente, incoraggiandolo a riflettere sui propri processi di apprendimento, valutare le strategie usate e riprogettare il proprio percorso educativo. Gli insegnanti possono analizzare i dati degli studenti, inclusi i loro stili di apprendimento, preferenze, punti di forza e debolezza, per generare materiali didattici su misura (Tapalova & Zhiyenbayeva, 2022). Pertanto, agiscono come un tutor virtuale fornendo feedback immediato, rispondendo alle domande e offrendo guida agli studenti. Grazie all'elaborazione del linguaggio naturale, questi sistemi di IA possono interagire in conversazioni con gli studenti, aiutandoli a comprendere concetti complessi, risolvere problemi e migliorare la loro comprensione complessiva (Hartley et al., 2024).

Permangono diverse sfide nell'integrazione dell'apprendimento metacognitivo con le tecnologie di apprendimento adattivo, tra cui le problematiche legate alla privacy dei dati, l'accessibilità e la valutazione dell'efficacia per l'apprendimento. Il rischio principale risiede nella tendenza di questi sistemi a normalizzare e standardizzare i percorsi educativi, ignorando la natura intrinsecamente dinamica e imprevedibile dell'apprendimento umano (Randi, 2022). Inoltre, Baker e Hawn (2022) evidenziano come l'apparente *neutralità* degli algoritmi può in realtà celare meccanismi decisionali che riflettono e rafforzano pregiudizi culturali e sociali preesistenti. Per prevenire tali rischi, è fondamentale promuovere un approccio all'IA responsabile e inclusivo, che integri fin dalla fase di progettazione principi etici e pedagogici coerenti con i valori del sistema educativo. A tal proposito, l'applicazione *EduIA* è stata progettata partendo dalle linee guida elaborate da Dignum (2019), con particolare attenzione alla trasparenza algoritmica, alla responsabilità educativa, all'equità procedurale e al controllo umano. In quest'ottica, il sistema è stato reso accessibile e comprensibile agli insegnanti affinché possano interpretare le logiche predittive e rilevare eventuali bias. Le decisioni automatizzate restano sempre sotto la supervisione di docenti evitando così un uso acritico di questa tecnologia. Come sottolineato anche da Holstein et al. (2019), l'intelligenza artificiale è pensata per affiancare, e non sostituire, il giudizio professionale, lasciando così centralità alla relazione insegnante-studente.

3. Personalizzazione dell'apprendimento: tutor virtuali e chatbot educativi

L'apprendimento personalizzato aumenta il coinvolgimento degli studenti, che tendono a disinteressarsi se le lezioni non sono coinvolgenti (Dahlberg, 2023). Per molti studenti, uno dei motivi della dispersione scolastica è la difficoltà nel ricevere supporto adeguato fuori dall'orario scolastico. I sistemi di intelligenza artificiale generativa (GenAI) rappresentano un'innovativa opportunità di personalizzazione e supporto nei processi educativi contemporanei e consentono la progettazione di ambienti di apprendimento altamente adattivi, capaci di modulare contenuti didattici, strumenti valutativi e strategie di supporto in funzione delle specifiche caratteristiche cognitive, motivazionali e di apprendimento di ciascuno studente (Chardonens, 2025; Khonturaev, 2023).

Secondo un'analisi correlazionale condotta da Baltezarević R. e Baltezarević I. (2024) se l'apprendimento viene personalizzato attraverso l'uso dell'IA, aumenta la probabilità che gli studenti riconoscano le proprie capacità e creatività. Questo è coerente con studi precedenti che dimostrano come l'integrazione dell'IA in aula possa ridurre il carico di lavoro degli insegnanti, offrire opportunità di apprendimento più efficaci, aiutare gli studenti a scoprire i loro punti di forza e stimolare la creatività (Humble & Mozellius, 2019). Le piattaforme educative basate su IA possono offrire percorsi personalizzati per migliorare il coinvolgimento degli studenti più a rischio, avendo il potenziale di migliorare le prestazioni degli studenti del 30% (Solomons, 2023). D'altra parte, l'IA è in grado di automatizzare molte attività e monitorare i progressi degli studenti. Inoltre, può aiutare gli insegnanti a adottare le migliori strategie didattiche, tenendo conto delle prestazioni accademiche e dell'ambiente di apprendimento (Chaudhry & Kazim, 2022). L'IA ha rivoluzionato anche i processi di valutazione, andando oltre i metodi tradizionali e introducendo strategie più dinamiche e adattive. Grazie agli strumenti di valutazione basati sull'IA, gli insegnanti possono affrontare rapidamente e con maggiore efficacia eventuali lacune di apprendimento e apportare modifiche ai piani di studio (Gardner et al., 2021).

Questi strumenti non solo creano un ambiente di apprendimento più interattivo e motivante ma offrono esperienze formative su misura, in grado di rispondere alle esigenze di ciascuno. Gli studenti ricevono, così, esercizi personalizzati da svolgere e feedback istantanei, migliorando il rendimento scolastico e riducendo il rischio di abbandono. I tutor virtuali basati su IA inoltre possono fornire assistenza continua, rispondendo a domande e offrendo spiegazioni aggiuntive². Gli insegnanti possono intervenire precocemente e fornire il supporto necessario personalizzando l'apprendimento per prevenire situazioni di disagio che potrebbero portare all'abbandono scolastico.

4. Il progetto EdulA: un percorso innovativo

Come detto nei paragrafi precedenti, la GenAI rappresenta un paradigma innovativo nel campo dell'apprendimento, configurandosi come strumento strategico per la

² Tra i vari esempi di applicazioni possiamo citare: Socratic by Google, che permette agli studenti di ricevere spiegazioni su argomenti semplicemente scattando una foto di un problema o una domanda. Chatbot come Squirrel AI e Mika, che fungono da tutor intelligenti, rispondendo alle domande degli studenti e guidandoli nello studio. Carnegie Learning MATHia, un tutor AI il ritmo e la difficoltà degli esercizi matematici in base alle risposte dello studente.

personalizzazione dei percorsi formativi e lo sviluppo dei processi metacognitivi. Nell'ultimo anno, molte esperienze didattiche cercano di promuovere l'utilizzo di strumenti di IA per rafforzare l'apprendimento degli studenti.

Nei paragrafi che seguono viene descritto una ricerca che prevede l'utilizzo di un'applicazione IA, EduIA, sperimentata nelle classi del primo biennio della scuola secondaria di secondo grado di quattro istituti siciliani (56 docenti e 250 studenti)³. L'applicazione permette di elaborare esercitazioni differenziate in base al profilo cognitivo e alle specifiche criticità manifestate da ciascuno studente. L'attuazione di interventi mirati sia per gli studenti maggiormente esposti al rischio di dispersione, sia per gli studenti con elevate potenzialità di apprendimento, offre l'occasione di sperimentare attività di stimolazione intellettuale avanzata. Il progetto, realizzato nell'anno scolastico 2024/2025, ed ancora in corso, prevede una formazione che accompagna gli insegnanti per tutta la durata della sperimentazione.

Per poter osservare i cambiamenti avvenuti negli insegnanti, la ricerca ha previsto una fase preliminare esplorativa volta a raccogliere e analizzare opinioni degli insegnanti, attraverso due sessioni di focus group nell'ambito delle quali sono state proposte agli insegnanti le medesime domande: una volta immediatamente prima dell'inizio del percorso di formazione e una al termine dello stesso.

Per la valutazione, abbiamo creato e utilizzato il *Questionario sulla Percezione dell'IA nella Didattica QP-IA-D* per valutare le percezioni degli insegnanti riguardo l'integrazione dell'IA nella didattica. Inoltre, abbiamo distribuito una guida per l'osservazione sistematica dell'apprendimento con IA (GOSAI), al fine di osservare e valutare sistematicamente l'utilizzo di EduIA da parte degli studenti, concentrandosi sulla loro motivazione, strategie di apprendimento e metacognizione.

Trattandosi di un progetto sperimentale, sarà valutato a fine percorso l'impatto sia dell'utilizzo dell'IA sugli studenti sia gli effetti che il progetto avrà sulla organizzazione della didattica e sulle attività degli insegnanti. L'obiettivo finale va oltre il mero supporto tecnologico: si mira a stimolare l'engagement degli studenti, ridurre il rischio di abbandono scolastico e offrire opportunità di apprendimento personalizzate sia per studenti con difficoltà che per quelli con alto potenziale. Un approccio che trasforma l'IA da strumento tecnico a compagno di viaggio nel percorso educativo. L'applicazione, infatti, non sostituisce l'insegnante, ma offre un supporto complementare, facilitando l'apprendimento personalizzato e lo sviluppo della consapevolezza metacognitiva.

4.1. Descrizione del progetto

Il presente studio si configura come una ricerca-azione partecipativa (Kemmis & McTaggart, 2007), finalizzata a esplorare, implementare e valutare l'integrazione dell'applicazione EduIA in contesti scolastici reali. La scelta metodologica della ricerca-azione risponde alla necessità di combinare rigore scientifico e trasformazione delle pratiche educative, permettendo ai docenti di essere simultaneamente soggetti e oggetti della ricerca (McNiff & Whitehead, 2011). Il disegno segue il modello ciclico della ricerca-

³ Liceo Scientifico Statale "Ernesto Basile" di Palermo, Liceo Scientifico e Linguistico Statale "Leonardo" di Agrigento, Istituto Tecnico Economico e Tecnologico "G. Garibaldi" di Marsala, Liceo Scientifico "P. Ruggieri" di Marsala.

azione articolato in quattro fasi: pianificazione, azione, osservazione e riflessione (Lewin, 1946), con l'obiettivo di generare conoscenza scientificamente fondata e promuovere il cambiamento delle pratiche didattiche attraverso l'integrazione consapevole dell'IA.

La sperimentazione dell'applicazione *EduIA* rientra nel progetto *Sperimentazione Intelligenza artificiale a supporto dell'apprendimento per il contrasto alla dispersione scolastica* finanziato dalla Regione Sicilia, attraverso l'assessorato dell'Istruzione e della Formazione Professionale⁴. La finalità dell'iniziativa è di ridurre il tasso di dispersione scolastica, particolarmente sentito nel contesto regionale, attraverso l'implementazione di strategie didattiche innovative e personalizzate basate sui recenti sviluppi dell'IA. La Sicilia è, infatti, la regione con il tasso di dispersione scolastica più alto d'Italia per quanto riguarda gli alunni delle scuole secondarie di primo grado, mentre per quanto riguarda la secondaria di secondo grado i tassi di abbandono sono superiori al 5% (Salatin, 2021).

Il progetto, che è attualmente in corso, è rivolto a insegnanti e studenti delle scuole secondarie di secondo grado che stanno sperimentando l'utilizzo didattico di *EduIA* per la generazione e il trattamento critico dei contenuti. La sperimentazione mira a supportare le scuole nell'integrare l'IA nella formazione, sia per gli insegnanti che per gli studenti. Si propone di promuovere una riflessione critica sui cambiamenti nell'istruzione e di utilizzare l'IA per personalizzare l'apprendimento e la didattica, tenendo conto delle esperienze degli studenti.

*EduIA*⁵ è un'applicazione di GenAI specificatamente progettata sui contenuti delle materie del primo biennio della scuola secondaria di secondo grado per proporre, dal lato studente, esercizi, esempi e spiegazioni; dal lato insegnante permette di caricare materiale didattico, creare verifiche personalizzabili e monitorare le interazioni di ogni singolo studente con l'applicazione informando così delle difficoltà e dei progressi degli studenti. È un'applicazione con un'interfaccia intuitiva, accessibile anche attraverso dispositivi mobili, che utilizza algoritmi avanzati per creare percorsi educativi su misura, adattandosi alle esigenze, agli interessi e alle capacità individuali di ciascuno studente. Il funzionamento dell'applicazione si basa, inoltre, su materiali didattici come lezioni, esercitazioni e libri, che gli stessi insegnanti possono caricare nell'applicazione in modo da offrire contenuti attendibili che possano essere usati anche in base alle esigenze dei singoli studenti. Grazie a sofisticati algoritmi di elaborazione del linguaggio naturale e apprendimento automatico, *EduIA* può personalizzare i percorsi di apprendimento, fornire spiegazioni contestualizzate e calibrate sulle conoscenze pregresse dello studente, creare materiali didattici e questionari adatti al suo livello di competenza, offrire feedback immediati e dettagliati sul processo di apprendimento e supportare lo sviluppo di strategie metacognitive e di autoregolazione dell'apprendimento.

L'applicazione offre un supporto metacognitivo che va oltre la semplice erogazione di contenuti didattici e aiuta gli studenti a sviluppare una maggiore consapevolezza metacognitiva attraverso il monitoraggio del proprio apprendimento, fornendo feedback

⁴ Il progetto è destinato al sostegno delle scuole secondarie di secondo grado per il biennio iniziale sfruttando le potenzialità dell'IA per sostenere gli studenti nello studio. Rientra nella serie di interventi volti a sostenere la sperimentazione nel territorio siciliano di specifiche applicazioni di IA a sostegno dei percorsi di apprendimento in collaborazione con Università e/o Enti di ricerca del Bilancio della Regione Siciliana.

⁵ Sviluppata dall'Università Telematica degli Studi IUL e le Istituzioni scolastiche siciliane.

personalizzati ai problemi incontrati e suggerendo strategie di studio alternative e specifiche alle richieste degli studenti. Lo strumento, dunque, non solo propone esercizi mirati e fornisce spiegazioni dettagliate, ma stimola anche la riflessione dello studente sulle proprie strategie di apprendimento. L'applicazione, in conformità con le indicazioni degli insegnanti e sulla base dell'analisi dei bisogni di ciascun studente, elabora esercitazioni differenziate secondo i principi di personalizzazione dell'apprendimento, implementando inoltre algoritmi di valutazione stratificati in diversi livelli di complessità analitica.

Tra gli obiettivi del progetto, emerge quello di aiutare gli studenti a sviluppare competenze metacognitive, rendendoli più consapevoli del proprio processo di apprendimento e più capaci di autoregolarsi. Attraverso l'utilizzo guidato dell'applicazione, si vogliono offrire occasioni per potenziare la loro capacità di autoregolazione e consapevolezza del proprio apprendimento affinché possano pianificare meglio lo studio, adattare le proprie strategie e affrontare le difficoltà con maggiore autonomia. Per gli insegnanti, invece, un aspetto fondamentale è l'utilizzo di *EduIA* come strumento per monitorare, raccogliere e analizzare i dati sul rendimento e sul comportamento degli studenti in relazione all'apprendimento delle singole discipline al fine di individuare precocemente eventuali segnali di rischio, intervenendo in modo mirato per supportare chi ne ha più bisogno. I dati raccolti attraverso l'applicazione, infatti, permettono agli insegnanti di creare percorsi didattici personalizzati da implementare in aula, capaci di rispondere ai bisogni specifici di ogni studente. In questo modo viene ridefinito l'ambiente e il tempo trascorso in classe, maggiormente rivolto allo sviluppo di competenze relazionali, all'ascolto e ad un apprendimento centrato sullo studente.

Per raggiungere questi obiettivi, il progetto prevede un percorso di formazione dedicato agli insegnanti durante l'intera fase di sperimentazione. La formazione si focalizza sull'utilizzo dell'applicazione e sull'adozione di strategie metacognitive e didattiche, al fine di migliorare la qualità dell'insegnamento e fornire un supporto più efficace agli studenti.

4.2. Focus group: ruolo dell'IA nel supporto agli studenti a rischio

Prima di progettare il percorso formativo degli insegnanti coinvolti, è stata condotta una fase esplorativa qualitativa per comprendere come l'IA possa supportare la metacognizione e la personalizzazione didattica nella prevenzione della dispersione scolastica. Questa fase preliminare ha adottato la metodologia dell'analisi tematica (Braun & Clarke, 2006) per esplorare sistematicamente le percezioni degli insegnanti riguardo all'integrazione dell'IA nei processi educativi. La scelta dell'analisi tematica risponde alla necessità di identificare, analizzare e riportare pattern tematici ricorrenti nei dati qualitativi, offrendo un approccio flessibile ma rigoroso per l'interpretazione dei significati emersi dalle discussioni di gruppo.

I focus group proprio perché rispondono a precise regole di preparazione, organizzazione e gestione, sono stati attentamente pianificati; orientati all'ottenimento di informazioni e percezioni inerenti ad aree di interesse definite; strutturati secondo un percorso pianificato di domande aperte, finalizzate al raccoglimento di idee ed opinioni che rientrano o meno

nell'ambito di domande preparate; svolti in un clima sereno ed accogliente⁶. La progettazione delle domande guida è stata informata dalla Teoria dell'Accettazione Tecnologica (TAM) di Davis (1989), particolarmente utile per esplorare le percezioni di utilità e facilità d'uso dell'IA educativa da parte dei docenti. Lo studio qualitativo ha adottato un disegno esplorativo-descrittivo con focus group omogenei per istituto scolastico, seguendo le raccomandazioni di Krueger (2014) per massimizzare la condivisione di esperienze contestuali comuni. Ogni sessione ha coinvolto da sei a otto partecipanti per garantire profondità delle discussioni e partecipazione attiva di tutti i membri, rispettando i parametri ottimali indicati dalla letteratura metodologica.

La scaletta con le domande guida è stata costruita sulla base degli obiettivi della ricerca.

Ogni sessione di focus group è strutturata con tre tipi di domande: quelle iniziali per mettere a proprio agio i partecipanti, quelle esplorative per approfondire gli argomenti e quelle finali per verificare la completezza della discussione e la partecipazione di tutti. Di seguito presentiamo una sintesi delle risposte alle domande *esplorative* poste agli insegnanti includendo una sintesi delle discussioni, evidenziando i punti di forza e le criticità emerse e le proposte operative per affrontare le sfide e sfruttare le opportunità offerte dall'IA.

- *Come ti senti di fronte all'avvento dell'IA nella scuola?*

Le risposte degli insegnanti delineano un quadro complesso e variegato sull'impatto dell'IA nella scuola. Pur riconoscendo le potenzialità dell'IA per la personalizzazione dell'apprendimento e il supporto agli studenti con difficoltà, emerge una forte preoccupazione per il rischio di una didattica standardizzata e la perdita del contatto umano. Gli insegnanti sottolineano l'importanza di un uso consapevole dell'IA, che non sostituisca il ruolo dell'insegnante come guida e facilitatore dell'apprendimento. Si percepisce un senso di pionierismo di fronte a un territorio inesplorato, con la consapevolezza della necessità di formazione e sperimentazione per trovare un equilibrio tra tecnologia e valore della persona. Le risposte evidenziano anche le preoccupazioni etiche legate alla privacy dei dati e alla disuguaglianza nell'accesso alle tecnologie, nonché la necessità di sviluppare competenze metacognitive negli studenti per un apprendimento autonomo e consapevole.

- *Quali sono le tue maggiori preoccupazioni?*

Le preoccupazioni espresse dagli insegnanti evidenziano una serie di sfide cruciali legate all'introduzione dell'IA nella scuola. La disuguaglianza nell'accesso alle tecnologie è un tema centrale. La perdita di competenze fondamentali come il pensiero critico e la capacità di risolvere problemi è un'altra preoccupazione, con il timore che l'IA possa rendere gli studenti passivi e dipendenti dalla tecnologia. La gestione dei dati degli studenti solleva questioni di privacy e sicurezza, con la necessità di garantire un uso responsabile e non discriminatorio delle informazioni. Infine, la formazione degli insegnanti è considerata essenziale per un uso efficace dell'IA, con la consapevolezza che molti insegnanti non sono ancora pronti ad affrontare questa sfida.

- *Quali sono le potenzialità che vedi nell'IA per la didattica?*

Gli insegnanti hanno sottolineato le potenzialità dell'IA per la didattica, concentrandosi sui benefici concreti che questa tecnologia può portare in classe. La personalizzazione

⁶ Al fine di rendere la partecipazione produttiva e non troppo impegnativa, è stato utile avere una tempistica ben delineata dall'inizio: infatti, ciascuna sessione di focus group ha avuto una durata variabile tra i 60 e i 90 minuti massimo.

dell'apprendimento emerge come un vantaggio chiave, con la possibilità di creare percorsi didattici su misura per ogni studente, tenendo conto dei loro ritmi e delle loro esigenze. Emergono anche le potenzialità per gli studenti con difficoltà, offrendo strumenti e strategie per superare gli ostacoli e raggiungere gli obiettivi di apprendimento. L'analisi dei dati è un altro aspetto importante, poiché l'IA può fornire informazioni dettagliate sul rendimento e sul comportamento degli studenti, aiutando gli insegnanti a prendere decisioni più efficaci. E, infine, il supporto che l'IA può offrire per la progettazione di contenuti didattici interattivi e coinvolgenti, come anche la semplificazione di compiti ripetitivi per gli insegnanti, permettendo loro di concentrarsi sull'interazione con gli studenti.

- *Come immagini il futuro della scuola con l'IA?*

Le risposte degli insegnanti delineano una visione ambiziosa e trasformativa della scuola del futuro, dove l'IA gioca un ruolo chiave nel potenziare l'apprendimento e l'inclusione. L'obiettivo è creare una scuola più centrata sullo studente, in cui tutti abbiano la possibilità di esprimere il proprio potenziale, e più collaborativa. Al centro di questa visione c'è l'idea di una scuola più umana e consapevole, in cui la tecnologia è al servizio dell'apprendimento e non viceversa. L'IA è vista come uno strumento per potenziare le capacità umane, non per sostituirle, e per favorire un dialogo costruttivo tra studenti, insegnanti e tecnologia.

- *Quali sono le principali cause della dispersione scolastica e come possono essere affrontate?*

Gli insegnanti hanno fornito un lungo elenco di cause come povertà educativa, legati ad aspetti socio-economici, motivazionali e comportamentali. È stata sottolineata la complessità del fenomeno in esame, come anche la mancanza di strumenti per riconoscerlo. Demotivazione, insuccesso scolastico prolungato, esclusione sociale, sono solo alcuni esempi degli elementi emersi. È stato interessante rilevare come una delle cause più sottovalutate è la difficoltà che gli studenti incontrano nella transizione dalla scuola secondaria di primo grado a secondo grado con il conseguente cambiamento di ambiente, aumento del carico di studio, difficoltà a creare nuove relazioni.

Gli insegnanti suggeriscono che per affrontare queste difficoltà è necessario un concreto supporto allo studio e attività extrascolastiche. Ma non sempre gli insegnanti hanno il tempo di dedicarsi agli alunni individualmente per il recupero o per il potenziamento. Indubbiamente l'IA può essere, se utilizzata in modo consapevole, uno strumento efficace per una pratica costante della didattica personalizzata, del tutoraggio individuale e della possibilità di evidenziare le lacune e valorizzare i talenti di ogni alunno.

- *In che modo la mancanza di metacognizione influisce sull'abbandono scolastico?*

Gli insegnanti intervistati concordano nell'affermare che gli studenti che non sviluppano competenze metacognitive (come la capacità di pianificare, monitorare e valutare il proprio apprendimento) hanno maggiori difficoltà a gestire il carico di studio e a superare gli ostacoli. Inoltre, la mancanza di consapevolezza dei propri punti di forza e di debolezza porta a una bassa autostima e a una maggiore frustrazione, aumentando il rischio di abbandono. Alcuni insegnanti hanno inoltre osservato che gli studenti che non sanno autoregolarsi tendono a procrastinare, a non gestire il tempo in modo efficace e a non chiedere aiuto quando ne hanno bisogno.

- *Quali competenze devono acquisire gli insegnanti per un uso efficace dell'IA nella didattica inclusiva?*

Le competenze che gli insegnanti ritengono di dover acquisire o rafforzare sono le competenze digitali, la capacità di utilizzare l'IA per personalizzare l'apprendimento, le competenze pedagogiche per supportare gli studenti con difficoltà, la capacità di

interpretare i dati generati dall'IA. Inoltre, sottolineano l'importanza della capacità di utilizzare l'IA per sostenere gli studenti nell'apprendimento autonomo, nello sviluppo delle competenze metacognitive e nella capacità di collaborare e comunicare efficacemente in ambienti digitali.

Queste prime informazioni raccolte dall'analisi delle risposte del focus group ci hanno permesso di elaborare delle linee guida preliminari che definissero un quadro di riferimento per l'uso dell'IA nella personalizzazione didattica, con un focus specifico sugli studenti a rischio di dispersione. Abbiamo tenuto conto delle diverse esigenze degli insegnanti, delle specificità delle discipline e delle risorse disponibili nella scuola per promuovere un approccio inclusivo e responsabile all'IA, che metta al centro il benessere e il successo di ogni studente.

A conclusione del focus group abbiamo creato un documento raccogliendo le riflessioni emerse per poi tradurle in proposte concrete per la formazione del gruppo di insegnanti che avrebbero poi partecipato alla sperimentazione. Abbiamo utilizzato poi questo report non come un semplice resoconto, ma un vero e proprio strumento di lavoro, in costante aggiornamento, che potrà guidare la scuola nell'implementazione dell'IA.

4.3. La formazione degli insegnanti: EduIA per l'apprendimento autonomo

La formazione degli insegnanti è un elemento chiave per un'implementazione efficace dell'IA. Il percorso formativo, comune alle quattro scuole, è stato progettato in modo da sviluppare le competenze digitali e metacognitive degli insegnanti, promuovendo un uso consapevole dell'IA e creando spazi di confronto, per favorire la collaborazione e l'apprendimento reciproco.

Durante gli incontri di formazione con gli insegnanti (settembre-maggio) abbiamo cercato di fornire loro una comprensione approfondita delle potenzialità dell'IA in ambito didattico, specificando in che modo sviluppare competenze pratiche nell'utilizzo dell'applicazione *EduIA* per lo sviluppo delle competenze metacognitive degli studenti e per la pratica della personalizzazione didattica. Abbiamo innanzitutto esplorato le strategie didattiche innovative basate sull'IA per promuovere l'apprendimento autonomo degli studenti e per poter favorire progressivamente una riflessione critica sull'impatto dell'IA sull'insegnamento e sull'apprendimento. Ci siamo proposti di far comprendere agli insegnanti come interpretare e utilizzare i dati generati da *EduIA* supportandoli perché potessero sviluppare competenze nella creazione di report e feedback personalizzati per gli studenti, esplorare strategie per utilizzare i dati per il miglioramento continuo della pratica didattica e promuovere una costante riflessione sull'importanza della trasparenza e dell'etica nella restituzione dei risultati. Abbiamo man mano fornito agli insegnanti le competenze necessarie per utilizzare in modo efficace i dati generati dall'IA, incoraggiandoli ad interpretarli e ad utilizzarli per trasformarli in uno strumento efficace per la propria pratica didattica.

Durante il percorso abbiamo valutato la qualità dei report e del feedback creati. Le metodologie utilizzate durante gli incontri formativi sono state prevalentemente analisi di casi studio, attività pratiche di interpretazione e creazione di report, discussioni di gruppo, brainstorming e simulazioni di colloqui di feedback con gli studenti. Agli insegnanti sono stati forniti esempi di report e dashboard generati dall'applicazione di IA, linee guida per la creazione di feedback efficaci e materiali di supporto per la riflessione etica.

La formazione è stata strutturata in cinque moduli di tre ore. Ogni modulo è stato svolto in ogni singola scuola (Figura 1).

Modulo 1 - Introduzione all'IA
- Cos'è l'IA e come funziona: concetti chiave e terminologia. - L'IA nella didattica: opportunità e sfide. - Presentazione dell'applicazione: funzionalità e potenzialità. - Riflessione etica sull'uso dell'IA in classe. - Discussione e riflessione sulle implicazioni etiche dell'utilizzo dei dati.
Modulo 2 - Metacognizione e IA
- Cos'è la metacognizione e perché è importante per l'apprendimento. - Come l'IA può supportare lo sviluppo delle competenze metacognitive. - Esplorazione delle funzionalità dell'applicazione EduIA per lo sviluppo della metacognizione: - o strumenti di autovalutazione e monitoraggio dell'apprendimento; - o feedback personalizzato e suggerimenti per il miglioramento; - o creazione di percorsi di apprendimento personalizzati. Attività pratiche: utilizzo dell'applicazione di EduIA per la metacognizione per le singole discipline.
Modulo 3 - Personalizzazione didattica con l'IA
- Cos'è la personalizzazione didattica e come può migliorare l'apprendimento. - Come l'IA può facilitare la creazione di percorsi di apprendimento personalizzati. - Esplorazione delle funzionalità di EduIA per la personalizzazione didattica: - o analisi dei dati degli studenti per identificare esigenze e stili di apprendimento; - o creazione di materiali didattici adattabili e interattivi; - o implementazione di strategie didattiche differenziate. - Attività pratiche: utilizzo di EduIA per la personalizzazione didattica in contesti didattici specifici.
Modulo 4 - Integrazione dell'IA nella pratica didattica
- Strategie per integrare efficacemente l'applicazione EduIA durante le lezioni: - o esempi di attività didattiche innovative basate sull'ia; - o discussione e scambio di idee; - o pianificazione di progetti didattici con l'utilizzo dell'applicazione eduia.
Modulo 5 - Utilizzo dei dati per il miglioramento didattico
- Interpretazione dei dati generati dall'IA: - o analisi dei report e delle dashboard dell'applicazione; - o identificazione di pattern e tendenze nei dati degli studenti; - o comprensione dei limiti e delle potenzialità dei dati dell'ia. - Creazione di report e feedback personalizzati: - o strategie per comunicare i risultati agli studenti in modo chiaro e costruttivo; - o utilizzo dei dati per fornire un feedback personalizzato sullo sviluppo delle competenze metacognitive e sul rendimento; - o creazione di report che evidenzino i progressi e le aree di miglioramento. - Utilizzo dei dati per il miglioramento didattico: - o come i dati possono informare la progettazione di attività didattiche personalizzate; - o utilizzo dei dati per monitorare l'efficacia delle strategie didattiche e apportare modifiche; - o creazione di un ciclo di feedback continuo per il miglioramento della pratica didattica. - Aspetti etici e trasparenza: - o discussione sull'importanza della trasparenza nella restituzione dei risultati; - o considerazioni etiche sull'utilizzo dei dati degli studenti; - o strategie per garantire la privacy e la sicurezza dei dati.

Figura 1. Moduli formativi.

4.4. Il QP-IA-D

Per conoscere la percezione degli insegnanti riguardo all'integrazione dell'IA nella didattica abbiamo utilizzato uno strumento appositamente costruito, il *Questionario sulla Percezione dell'IA nella Didattica* (QP-IA-D). Il questionario vuole fornire una panoramica completa delle opinioni degli insegnanti sull'IA nella didattica, identificando sia i potenziali benefici che le eventuali preoccupazioni. I risultati ottenuti possono essere utilizzati per informare lo sviluppo di strategie di formazione e supporto per gli insegnanti, nonché per guidare l'implementazione responsabile dell'IA nelle scuole.

Il QP-IA-D⁷ è stato elaborato in base ad una estesa rassegna bibliografica internazionale sull'utilizzo dell'IA a scuola, raccogliendo oltre 300 quesiti e definendo processi, strategie e situazioni dell'apprendimento. Il QP-IA-D è composto da 20 item suddivisi in quattro scale:

- *Metacognizione*: Questa scala (item 1-5) indaga come gli insegnanti percepiscono il ruolo dell'IA nel supportare gli studenti a sviluppare competenze metacognitive, come la riflessione sul proprio apprendimento, la pianificazione e il monitoraggio dello studio;
- *Personalizzazione didattica*: Questa sezione (item 6-10) esplora l'opinione degli insegnanti sull'efficacia dell'IA nel creare percorsi di apprendimento personalizzati, adattare i materiali didattici e fornire feedback individualizzato;
- *Utilizzo dell'IA in classe*: Questa scala (item 11-15) si concentra sulla percezione degli insegnanti riguardo l'integrazione pratica dell'IA nelle attività didattiche quotidiane, inclusa la creazione di contenuti interattivi e la semplificazione di compiti ripetitivi;
- *Dispersione Scolastica*: Questa sezione (item 16-20) indaga come gli insegnanti percepiscono il potenziale dell'IA nell'identificare studenti a rischio di abbandono scolastico e nel fornire supporto personalizzato per prevenire la dispersione.

Il questionario utilizza una scala di Likert a 5 punti, dove 1 indica "Completamente in disaccordo" e 5 indica "Completamente d'accordo". Inoltre, include domande aggiuntive facoltative per raccogliere ulteriori feedback qualitativi.

4.5. Guida all'osservazione sistematica dell'apprendimento con IA (GOSAI)

Abbiamo fornito agli insegnanti che partecipano alla sperimentazione una guida per osservare e valutare sistematicamente l'utilizzo dell'IA da parte degli studenti, concentrandosi sulla loro motivazione, strategie di apprendimento e metacognizione (Figura 2).

Per costruire la guida abbiamo trasformato le scale del QPA (K. Polacék)⁸ in una guida per l'osservazione sistematica degli studenti che utilizzano l'IA in classe, mantenendo la logica

⁷ La validazione dello strumento è in corso.

⁸ Il QPA è composto da cinque scale (motivazione intrinseca all'apprendimento, metacognizione e apprendimento autoregolato, strategie di apprendimento, consolidamento dell'apprendimento, apprendimento superficiale), disposte nell'ordine di una progressiva *esplicitazione* della motivazione e dei processi maggiormente favorevoli all'apprendimento verso quelli di una minore qualità.

della progressiva “esplicitazione” della motivazione e dei processi di apprendimento.

SCALA 1 - MOTIVAZIONE INTRINSECA ALL'APPRENDIMENTO (OSSERVAZIONE INIZIALE)	
Indicatori	- Curiosità e interesse dimostrati nell'utilizzo dell'IA. - Partecipazione attiva e coinvolgimento nelle attività con l'IA. - Ricerca autonoma di informazioni e approfondimenti con l'IA. - Espressione di soddisfazione e piacere nell'apprendere con l'IA. - Iniziativa nel proporre nuovi utilizzi dell'IA per l'apprendimento.
Osservazioni	- L'alunno mostra entusiasmo nell'esplorare le funzionalità dell'IA? - L'alunno si impegna attivamente nelle attività proposte con l'IA? - L'alunno utilizza l'IA per approfondire argomenti di interesse personale?
SCALA 2 - METACOGNIZIONE E APPRENDIMENTO AUTOREGOLATO (OSSERVAZIONE INTERMEDIA)	
Indicatori	- Consapevolezza dei propri punti di forza e debolezza nell'utilizzo dell'IA. - Pianificazione e monitoraggio delle proprie attività di apprendimento con l'IA. - Valutazione critica dell'efficacia delle proprie strategie di apprendimento con l'IA. - Adattamento delle proprie strategie in base ai feedback dell'IA. - Richiesta di aiuto e supporto quando necessario.
Osservazioni	- o L'alunno sa identificare le proprie difficoltà nell'utilizzo dell'IA? - o L'alunno pianifica le proprie attività di apprendimento con l'IA? - o L'alunno riflette sull'efficacia delle proprie strategie di apprendimento con l'IA?
SCALA 3 - STRATEGIE DI APPRENDIMENTO (OSSERVAZIONE CONTINUA)	
Indicatori	- Utilizzo efficace delle funzionalità dell'IA per la ricerca e l'organizzazione delle informazioni. - Applicazione di strategie di problem-solving e pensiero critico con l'IA. - Collaborazione e comunicazione efficace con i compagni utilizzando l'IA. - Creazione di prodotti originali e creativi con l'IA. - Trasferimento delle competenze acquisite con l'IA in altri contesti di apprendimento.
Osservazioni	- L'alunno utilizza l'IA per organizzare e rielaborare le informazioni? - L'alunno collabora con i compagni utilizzando l'IA? - L'alunno applica le competenze acquisite con l'IA in altri contesti?
SCALA 4 - CONSOLIDAMENTO DELL'APPRENDIMENTO (OSSERVAZIONE FINALE)	
Indicatori	- Capacità di rielaborare e sintetizzare le informazioni apprese con l'IA. - Utilizzo dell'IA per creare mappe concettuali e schemi riassuntivi. - Spiegazione chiara e precisa dei concetti appresi con l'IA. - Applicazione delle conoscenze acquisite con l'IA in situazioni nuove e complesse. - Riflessione critica sull'impatto dell'IA sul proprio apprendimento.
Osservazioni	- L'alunno sa rielaborare le informazioni apprese con l'IA? - L'alunno sa applicare le conoscenze acquisite con l'IA in situazioni nuove? - L'alunno riflette sull'impatto dell'IA sul proprio apprendimento?
SCALA 5 - APPRENDIMENTO SUPERFICIALE (OSSERVAZIONE MIRATA)	

Indicatori - Utilizzo passivo dell'IA per la ricerca di informazioni senza elaborazione. - Focus sulla memorizzazione meccanica di informazioni fornite dall'IA. - Mancanza di riflessione critica sui contenuti forniti dall'IA. - Difficoltà nel collegare le informazioni fornite dall'IA con le conoscenze pregresse. - Dipendenza eccessiva dall'IA senza sviluppo di autonomia nell'apprendimento.
Osservazioni - L'alunno utilizza l'IA passivamente, senza elaborare le informazioni? - L'alunno memorizza meccanicamente le informazioni fornite dall'IA? - L'alunno dipende eccessivamente dall'IA senza sviluppare autonomia?

Figura 2. Strutturazione della guida GOSAI.

Durante la sperimentazione abbiamo chiesto agli insegnanti di osservare gli studenti in diversi contesti e momenti per ottenere un quadro completo del loro apprendimento con l'applicazione EduIA. Abbiamo suggerito inoltre agli insegnanti di integrare le osservazioni con altre forme di valutazione, come i prodotti realizzati dagli studenti e i feedback dell'IA.

5. Conclusioni

La sperimentazione dell'applicazione EduIA costituisce un'esperienza esplorativa nell'ambito dell'integrazione di intelligenza artificiale, strategie metacognitive e personalizzazione didattica in contesti scolastici reali. I dati raccolti durante la fase di implementazione sono attualmente in corso di analisi; pertanto, le considerazioni hanno carattere preliminare e necessiteranno di validazione empirica una volta completato il processo di elaborazione dei risultati. L'integrazione sinergica di intelligenza artificiale, metacognizione e personalizzazione didattica apre la strada a un sistema scolastico più inclusivo, motivante e centrato sullo studente. L'applicazione EduIA può consentire un'articolazione dinamica e contestualizzata degli interventi didattici, superando i tradizionali modelli di apprendimento standardizzati e aprendo a modelli didattici innovativi centrati su una maggiore partecipazione dello studente. Il sistema si è caratterizzato per la capacità di modulare progressivamente i contenuti e le strategie didattiche in funzione delle specificità cognitive, degli stili di apprendimento e delle competenze individuali di ciascuno studente fornendo un supporto continuo, rispondendo a domande e aiutando nella gestione del tempo.

L'implementazione sperimentale dell'applicazione EduIA ha evidenziato alcune criticità che richiedono interventi di ottimizzazione per le fasi successive del progetto. Le osservazioni raccolte attraverso i feedback di docenti e studenti hanno permesso di identificare specifiche aree di miglioramento che influenzano direttamente l'efficacia dell'strumento. Una delle principali criticità emerse riguarda l'inadeguatezza quantitativa e qualitativa del corpus di addestramento dell'applicazione. Docenti e studenti hanno rilevato che la disponibilità non ancora ottimale di risorse didattiche specializzate nel dataset compromette l'accuratezza delle risposte generate, che risultano a volte imprecise o non allineate agli standard richiesti dalle specifiche richieste formulate. Tale insufficienza del materiale di riferimento si manifesta in modo critico quando le interrogazioni coinvolgono contenuti curriculari disciplinari o scenari didattici che necessitano di elevata specificità contestuale. La carenza di contenuti specialistici nel training set risulta particolarmente evidente nelle discipline STEM, dove la scarsità di materiale tecnico-scientifico appropriato limita la capacità dell'applicazione di garantire l'accuratezza

terminologica e la correttezza metodologica richieste dal dominio disciplinare. La necessità di arricchire il dataset con materiali didattici specifici per ordine di scuola e disciplina è emersa come priorità per migliorare la capacità dell'IA di fornire supporto realmente personalizzato. In particolare, si è rilevata la carenza di contenuti relativi a metodologie didattiche innovative, strategie di inclusione e approcci differenziati per studenti con bisogni educativi speciali.

L'integrazione dei chatbot educativi con strategie di metacognizione rappresenta una delle direzioni più promettenti per l'innovazione didattica. Questi strumenti possono migliorare la consapevolezza degli studenti sulle proprie modalità di apprendimento, offrendo supporto personalizzato e facilitando il processo di autoregolazione. Tuttavia, per un'implementazione efficace, è necessario un approccio equilibrato che valorizzi il contributo della tecnologia senza trascurare l'importanza della relazione umana. L'implementazione dell'IA nelle scuole deve comunque essere sempre accompagnata da un uso etico dei dati e dalla formazione degli insegnanti, affinché diventi un vero alleato nella lotta alla dispersione scolastica.

Riferimenti bibliografici

- Ackermann, H., Lange, A. L., Hafner, V. V., & Lazarides, R. (2025). How adaptive social robots influence cognitive, emotional, and self-regulated learning. *Scientific Reports*, 15(1), 6581. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91236-0>
- Azevedo, R., & Wiedbusch, M. (2023). Theories of metacognition and pedagogy applied to AIED systems. In *Handbook of artificial intelligence in education* (pp. 45-67). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800375413.00013>
- Baltezarević, R., & Baltezarević, I. (2024). Students' Attitudes on The Role of Artificial Intelligence (Ai) in Personalized Learning. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 12(2), 387-397. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2024-12-2-387-397>
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and artificial intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a human-in-the-loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>
- Bowers, A. J. (2021). Early warning systems and indicators of dropping out of upper secondary school: the emerging role of digital technologies. *OECD Digital Education Outlook*, 173.
- Chardonens, S. (2025). Adapting educational practices for Generation Z: integrating metacognitive strategies and artificial intelligence. In *Frontiers in Education*, 10, 1504726. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1504726>
- Chaudhry, M., & Kazim, E. (2022). Artificial Intelligence in Education (Aied) a high-level academic and industry note 2021. *AI and Ethics*, 2(1), 157-165. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00074-z>
- Dahlberg, E. (2023). *A New Way to Personalize Learning, Thanks to AI*. Edsurge.com <https://www.edsurge.com/news/2023-08-14-a-new-way-to-personalize-learning-thanks-to-ai>

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319–340.
- Dignum, V. (2019). *Responsible artificial intelligence: how to develop and use AI in a responsible way* (Vol. 2156). Springer.
- Gardner, J., O’Leary, M., & Yuan, L. (2021). Artificial intelligence in educational assessment: ‘Breakthrough? Or buncombe and ballyhoo?’. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1207–1216. <https://doi.org/10.1111/jcal.12577>
- Gulbay, E., Falzone, Y., & La Marca, A. (2024). *Intelligenza Artificiale e formazione dei futuri insegnanti*. PensaMultimedia.
- Hartley, K., Hayak, M., & Ko, U. H. (2024). Artificial intelligence supporting independent student learning: An evaluative case study of ChatGPT and learning to code. *Education Sciences*, 14(2), 120. <https://doi.org/10.3390/educsci14020120>
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Designing for complementarity: Teacher and student needs for orchestration support in AI-enhanced classrooms. In *Artificial Intelligence in Education: 20th International Conference, AIED 2019, Chicago, IL, USA, June 25-29, 2019, Proceedings, Part I* 20 (pp. 157-171). Springer International Publishing.
- Humble, N., & Mozelius, P. (2019). Artificial Intelligence in Education-a Promise, a Threat or a Hype?. In P. Griffiths & M. N. Kabir (Eds.), *European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics 2019 (ECIAIR 2019)*, Full Papers, October 31st - November 1st, 2019, Oxford, UK (pp. 149–156). Manchester, Academic Conferences and Publishing International Limited. <https://doi.org/10.34190/ECIAIR.19.005>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2007). Communicative action and the public sphere. *Strategies of qualitative inquiry*, 3, 271–330.
- Khonturaev, S. I. (2023). The Evolution Of Artificial Intelligence: A Comprehensive Exploration For Higher Education. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 2(11), 700–706.
- Krueger, R. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage publications.
- La Marca, A., Di Martino, V., & Gulbay, E. (2019). Metacognizione e comprensione della lettura: quale rapporto. In A. Calvani & L. C. Cajola (Eds.), *Strategie efficaci per la comprensione del testo: Il Reciprocal teaching* (pp. 99-126). S.Ap.IE.
- La Marca, A., & Cappuccio, G. (2020). *Didattica metacognitiva e apprendimento cooperativo* (Vol. 13). PensaMultimedia.
- Laak, K. J., & Aru, J. (2024). AI and personalized learning: bridging the gap with modern educational goals. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.02798>
- Lazarides, R., & Chevalère, J. (2021). Artificial intelligence and education: Addressing the variability in learners’ emotion and motivation with adaptive teaching assistants. *Bildung und Erziehung*, 74(3), 264–279. <https://doi.org/10.13109/buer.2021.74.3.264>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of social issues*, 2(4), 34–46.

- McNiff, J., & Whitehead, J. (2011). *All you need to know about action research*. Sage publications.
- Melo, E., Silva, I., Costa, D. G., Viegas, C. M., & Barros, T. M. (2022). On the use of explainable artificial intelligence to evaluate school dropout. *Education Sciences*, 12(12), 845. <https://doi.org/10.3390/educsci12120845>
- Randi, J. (2022). Adaptive teaching. In *Routledge encyclopedia of education, educational psychology*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781138609877-ree125-1>
- Ranieri, M. (2024). Intelligenza artificiale a scuola. Una lettura pedagogico-didattica delle sfide e delle opportunità. *Rivista di Scienze dell'Educazione*, 62(1), 123–135.
- Ricci, R. (2024). I divari in istruzione: un problema profondo. *Ricercazione*, 16(1), 21–35.
- Salatin, A. (2021). La dispersione scolastica in Italia. i risultati di una recente indagine dell'agia. *Giovani e comunità locali*, 3(11), 39–50.
- Schipper, T.M., van der Lans, R.M., de Vries, S., Goei, S.L., & van Veen, K. (2020). Becoming a more adaptive teacher through collaborating in Lesson Study? Examining the influence of Lesson Study on teachers' adaptive teaching practices in mainstream secondary education. *Teaching and teacher education*, 88, 102961. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102961>
- Solomons, M. (2023). 90 AI statistics: applications, design principles, and challenges. <https://www.linearity.io/blog/ai-statistics/>
- Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 639–653. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- Yang, Y., & Xia, N. (2023). Enhancing students' metacognition via AI-driven educational support systems. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Ijet)*, 18(24), 133–148. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i24.45647>