

Intelligenza artificiale e formazione universitaria: una nuova frontiera di innovazione a supporto del percorso accademico

Artificial intelligence and university education: A new frontier of innovation to support the academic pathway

Davide Richard Bramley*

Riassunto

La recente crisi pandemica provocata dalla diffusione del COVID-19 ha determinato un'escalation di rinnovato interessamento globale nei confronti di una progressiva digitalizzazione dei vari percorsi formativi. Infatti, grazie agli studi prodotti dalla comunità scientifica pedagogica, diversi contributi hanno messo in luce i vantaggi derivanti da una maggiore integrazione dell'e-learning all'interno delle università. Considerando la nuova frontiera dell'innovazione, determinata principalmente dai sistemi di Intelligenza Artificiale (AI), ci si domanda in quale misura queste nuove tecnologie innovative possano tradursi in interfacce utili per gli studenti. Attraverso il metodo della literature review verranno confrontate riflessioni e analisi condotte sia a livello nazionale che internazionale. L'obiettivo è un focus sul ruolo che queste interfacce potranno avere nei confronti di una personalizzazione maggiore dei percorsi formativi degli studenti, senza tralasciare i possibili rischi dietro un utilizzo integrato di questi tutor virtuali.

Parole chiave: Intelligenza artificiale; Agente intelligente; Tutor virtuale; Innovazione didattica; Formazione superiore.

Abstract

The recent pandemic crisis caused by the spread of COVID-19 has led to an escalation of renewed global interest in the progressive digitalization of the various training courses. In fact, thanks to the studies produced by the scientific pedagogical community, various contributions have highlighted the advantages deriving from greater integration of e-learning within universities. Considering

* Università degli studi di Siena. E-mail: d.bramley95@gmail.com.

systems, the question arises to what extent these new innovative technologies can be translated into useful interfaces for students. Through the literature review method, reflections and analyses conducted at both a national and international level will be compared. The objective is to focus on the role that these interfaces can have towards greater personalization of students' training paths, without neglecting the possible risks behind an integrated use of these virtual tutors.

Keywords: Artificial Intelligence; Intelligent Agent; Virtual Tutor; Educational Innovation; Higher Education.

First submission: 27/08/2024, accepted: 13/12/2024

1. Introduzione: un rinnovato interessamento verso il digitale, tra piattaforme E-learning e Intelligenza Artificiale

Il crescente interesse per l'AI (Artificial Intelligence) nelle moderne tecnologie digitali sta aprendo nuove opportunità in ambito lavorativo e educativo. La pandemia da COVID-19 ha evidenziato come i processi di cambiamento organizzativo (Sheth, 2007; Catino, 2014) siano stati cruciali per affrontare la crisi e contrastare il distanziamento sociale. Nel campo dell'istruzione, ciò ha portato ad un ampio dibattito accompagnato dall'utilizzo di piattaforme e-learning e lezioni a distanza (Di Domenica *et al.*, 2020; Saragih *et al.*, 2021) per garantire continuità nella formazione degli studenti (Nadaek, 2020).

Verso questo progressivo interessamento, la comunità scientifica internazionale ha portato avanti, sia durante la pandemia che terminato il periodo di crisi, una moltitudine di indagini e ricerche sugli strumenti tecnologici adoperati (Nadaek, 2020; Al Rawashdeh, *et al.*, 2021; Sevim-Cirak, Erol e Baser-Gulsoy, 2023). In tal senso, grazie agli studi prodotti, sono affiorati diversi elementi a favore di una maggiore integrazione tra un'accademia tradizionale, le cui lezioni vengono offerte in presenza, e un utilizzo dell'e-learning, di forum e chat di gruppo (Nadaek, 2020). Tra i vantaggi emersi dall'adozione di queste piattaforme digitali si possono individuare diversi aspetti significativi¹. In primo luogo, la maggiore flessibilità per studenti e docenti ha consentito una gestione

¹ Per maggiori informazioni e approfondimenti sulla tematica dell'e-learning nelle università, si consiglia la lettura dei seguenti articoli: Nadaek (2020); Al Rawashdeh *et al.* (2021); Sevim-Cirak *et al.* (2023).

più autonoma e personalizzata del tempo, permettendo di seguire lezioni registrate o organizzare attività sincrone in fasce orarie compatibili con impegni lavorativi o familiari (Al Rawashdeh, *et al.*, 2021). Questo approccio ha ridotto barriere logistiche, come gli spostamenti, facilitando l'accesso alla formazione anche per chi risiedeva in aree remote o marginalizzate.

Il secondo elemento riguarda il progressivo sviluppo delle competenze digitali, fattore che ha rappresentato un'opportunità senza precedenti, grazie al quale studenti e insegnanti sono stati spinti ad utilizzare strumenti tecnologici innovativi (De Angelis, 2020; Nadeak, 2020). Questo ha contribuito non solo a migliorare l'alfabetizzazione digitale, ma anche a familiarizzare con ambienti virtuali che riproducono dinamiche professionali, come l'uso di software per videoconferenze, piattaforme collaborative e tools per la gestione del tempo (Rapanta, *et al.*, 2020). Oltretutto, anche le competenze trasversali hanno subito un'evoluzione altrettanto significativa. La possibilità di interagire in ambienti online ha promosso una comunicazione più fluida e diversificata, grazie a strumenti come forum di discussione, chat istantanee e feedback asincroni, che hanno ampliato le opportunità di scambio tra docenti e studenti (Marinoni, *et al.*, 2020; Rapanta, *et al.*, 2020). In questo contesto, studenti meno inclini a partecipare attivamente in aula hanno trovato uno spazio per esprimersi in maniera più serena e spontanea. Infine, occorre citare il conseguente aumento di abilità cooperative attraverso attività progettuali e simulazioni in ambienti virtuali (Sevim-Cirak, Erol e Baser-Gulsoy, 2023), fattori che hanno incentivato il problem solving, la negoziazione di obiettivi condivisi e il lavoro in squadra.

Naturalmente, l'utilizzo di queste tecnologie era già stato avviato in passato, sia all'interno delle scuole superiori che nelle università, con un incremento significativo legato soprattutto alla diffusione delle accademie telematiche (Magni, 2023). Tuttavia, la pandemia ha rappresentato un punto di svolta, specialmente in merito al ruolo strategico dell'e-learning nell'educazione globale (Nadeak, 2020; Miniscalco, 2024) e sulle eventuali implementazioni da adottare in materia di AI² (Luckin, *et al.*, 2022; Ramirez e Fuentes Esparrell, 2024), tecnologia che è andata a definirsi ed evolversi proprio in concomitanza con le piattaforme digitali introdotte.

Infatti, parallelamente all'e-learning, la funzione dell'Intelligenza Artificiale (AI) è andata a svilupparsi nel medesimo periodo storico, tra la metà del XX secolo fino ad oggi, con una forte accelerata di progresso e utilizzo proprio dopo la crisi pandemica (Mamlok, 2021; Ramirez e Fuentes Esparrell, 2024). Fin dagli anni '60, alcuni pionieri come Carbonell (1970) iniziarono ad esplorare l'uso dell'AI per l'istruzione, attraverso sistemi di tutoraggio che potessero

² L'AI è intesa come un sistema digitale capace di analizzare, comprendere e agire con un certo grado di autonomia (Traverso, 2022).

assistere l'apprendimento in modo dinamico, rispondendo alle domande e adattandosi al livello dello studente. La pedagogia ha trovato nell'intelligenza artificiale uno strumento che prometteva di migliorare il supporto educativo tramite il principio dell'interazione personalizzata, arrivando negli anni '80 ad emulare, seppur approssimativamente, il rapporto diretto tra docente e discente, attraverso la figura di un tutor automatico in grado di adattarsi alle lacune e alle potenzialità degli studenti (Anderson *et al.*, 1985).

Con l'avvento di Internet a partire dagli anni 2000, l'e-learning ha reso accessibili corsi e risorse educative da remoto, segnando l'inizio di un'era di trasformazione per l'istruzione. Negli ultimi anni, l'AI è emersa come elemento centrale in questa evoluzione, fornendo strumenti avanzati per monitorare e personalizzare l'esperienza educativa. Ad esempio, sistemi di tutoraggio intelligente, come ALEKS (Canfield, 2001) o Duolingo (Wang, 2024), sono stati progettati per adattarsi alle esigenze di ogni studente tramite l'integrazione di piattaforme digitali e AI, mentre chatbot educativi supportano l'apprendimento autonomo fornendo risposte ai quesiti e materiali di approfondimento in tempo reale (Holmes *et al.*, 2019). Si arriva ad una definizione di AI intesa come sistema digitale, in grado di percepire l'ambiente circostante, analizzarlo e comprenderlo, affinché possa ragionare e prendere decisioni per mezzo di un adeguato grado di autonomia (Luckin, *et al.*, 2022; Traverso, 2022). Il ruolo che ha avuto l'Intelligenza Artificiale negli ultimi anni riguarda l'introduzione di specifici strumenti nei confronti dei sistemi di e-learning, avviando processi di apprendimento adattivo e personalizzato, dispositivi di feedback continui e i tutor virtuali (Holmes *et al.*, 2019; Luckin, *et al.*, 2022).

Il pensiero sempre più presente all'interno del dibattito pedagogico internazionale riguarda proprio le modalità attraverso le quali queste interfacce potranno avere spazio nel percorso formativo accademico. In particolare, si mira allo sviluppo di differenti forme di AI configurate in *agenti intelligenti*, identificabili come degli avatar, dei tutor virtuali o bot informatici conversazionali (Luckin, *et al.*, 2022; Ramirez e Fuentes Esparrell, 2024). Questi si basano sull'assimilazione di modelli complessi di elaborazione del linguaggio naturale (Mamlok, 2021), portando i suddetti programmi a rispondere puntualmente al momento del bisogno e offrendo consigli e suggerimenti utili ai discenti, sulla base di scelte e preferenze specifiche.

Gli agenti intelligenti sono infatti definibili come dei "robot morbidi" (Wu, *et al.*, 2023) proprio per la loro adattabilità e flessibilità di azione all'interno di contesti complessi e diversificati, i quali si trovano a svolgere compiti specifici dietro il comando di un utente. Schmidt *et al.* (2020) hanno individuato in questi

Intelligence Agent tre peculiarità: la portata (o ambito) riferita al grado di autonomia in determinati campi della conoscenza che l'agente riesce a possedere³; il ragionamento (o intelligenza), identificabile come la capacità di raggiungere gli obiettivi preposti; infine, la mobilità, rivelabile al movimento degli agenti nella rete e al mantenimento di dati ed esperienze nel tempo (Schmidt *et al.*, 2020; Shi e Zhang, 2021). Queste tre caratteristiche sono fondamentali da tenere presente per comprendere al meglio le opportunità che l'AI potrà offrire nei confronti di un apprendimento maggiormente personalizzato, autonomo e in continua evoluzione.

Partendo dalle definizioni e dai primi autori proposti, si desidera presentare un contributo che consenta al lettore di analizzare come queste tecnologie AI possano essere integrate efficacemente nei percorsi formativi universitari, promuovendo un apprendimento mirato alle esigenze dello studente e un sistema di tutoraggio sempre disponibile (Farazouli, *et al.*, 2024). Attraverso la revisione della letteratura si andranno a delineare i benefici di questa integrazione, senza, tuttavia, far mancare contro argomentazioni in grado di mettere in luce anche i possibili rischi di tale impiego. Infatti, tra le principali critiche mosse nei confronti di un utilizzo maggiore di queste nuove tecnologie vi sono soprattutto quelle legate agli aspetti relazionali tra le persone, alla riduzione degli scambi comunicativi tra pari o nel rapporto che intercorre tra studenti e professori (Selwyn, 2019; Holmes e Tuomi, 2022). Oltretutto, occorre non tralasciare i rischi legati alla privacy dei dati trasferiti dallo studente alla macchina (Antony e Ramnath, 2023) o ad una dipendenza verso i sistemi di Intelligenza Artificiale. In tal senso, un uso predominante di questi strumenti potrebbe ridurre lo sviluppo delle competenze critiche e analitiche degli studenti, portandoli a fare affidamento esclusivo su soluzioni automatiche piuttosto che all'elaborare strategie personali per risolvere problemi complessi (Gabielli, *et al.*, 2021; Holmes e Tuomi, 2022; Luckin, *et al.*, 2022).

Risulta quindi indispensabile un approccio critico e bilanciato, che consideri non solo i benefici ma anche le possibili implicazioni negative, per garantire che l'uso dei tutor digitali si integri in modo efficace ed etico nei percorsi educativi universitari.

³ Per approfondire la caratteristica dell'autonomia, un ulteriore contributo utile per chiarire il concetto proposto è quello di Red'ko e Sokhova (2022), i quali hanno affermato che un agente *autonomo* è un sistema situato all'interno di un ambiente, in grado percepire e agire per raggiungere gli obiettivi prefissati. Applicando questa definizione, gli agenti possono essere contemplati all'interno delle strutture di controllo di vari ambienti, come database, file system, reti e Internet, nonché all'interno di linguaggi scritti e applicazioni (Red'ko e Sokhova, 2022).

2. Metodologia

Il metodo che è stato utilizzato per la scrittura del seguente contributo è quello della *literature review* (Creswell, 2012), principalmente di ambito pedagogico e composta da autori sia nazionali che internazionali. Le fasi che hanno composto il testo possono essere riassunte come segue (Creswell, 2012):

1. Definizione degli obiettivi della revisione e della domanda di ricerca;
2. Identificazione delle parole chiave utili per la ricerca;
3. Ricerca delle fonti da utilizzare e scelta dei motori di ricerca sia fisici (biblioteche) che digitali (ERIC, Google Scholar e ResearchGate);
4. Revisione e analisi delle fonti con organizzazione delle stesse per aree tematiche;
5. Sintesi finale del *paper*.

L'obiettivo predisposto per argomentare il tema scelto verte verso una riflessione contributiva in riferimento a come, nell'ultimo decennio, la tematica dell'AI all'interno delle università sia stata concepita, studiata e approfondita dentro il dibattito internazionale. La scelta di andare a ricercare gli articoli e i manuali pubblicati a partire dal 2015 è stata adottata poiché le pubblicazioni inerenti al tema posto in esame sono diventate più popolari da quell'anno (Pinkwart, 2015). Oltretutto, tale intervallo di tempo include il rinnovato interessamento verso l'online, e la digitalizzazione della didattica, provocato dalla pandemia scoppiata a partire dal 2019-2020.

La riflessione proposta si sviluppa a partire da due domande di ricerca:

1. Quali sono i benefici offerti dall'AI e, in particolare, dai tutor digitali nei confronti di un apprendimento personalizzato nelle università?
2. Quali rischi potrebbero emergere dal loro utilizzo in contesti educativi?

Questi interrogativi guidano l'analisi e consentono di esplorare sia i punti a favore che le criticità legate all'integrazione dei tutor digitali nei percorsi accademici tradizionali. In particolare, l'obiettivo è delineare gli utilizzi che si potrebbero promuovere per incentivare un apprendimento personalizzato e proiettato al progresso tecnologico, tramite utilizzo di AI, senza tralasciare gli aspetti relazionali.

Per la ricerca delle fonti sono state utilizzate le seguenti parole chiave, selezionate in base alle tematiche centrali dello studio: "Università e AI", "GenAI", "Tutor digitale", "Chatbot e università", "Apprendimento personalizzato e AI". La ricerca è stata condotta principalmente attraverso i motori ERIC (Education Resources Information Center), Google Scholar e ResearchGate, oltre alla consultazione di biblioteche fisiche per accedere a manuali teorici e contributi fondamentali sulla metodologia e sui concetti chiave.

La ricerca ha preso avvio da ERIC, utilizzando le parole chiave abbinate a descrittori specifici come "Artificial Intelligence", "Higher Education" e

“Technology Uses in Education”. Sono stati individuati 36 articoli iniziali, che sono stati sottoposti a un primo screening per verificarne l’accessibilità e la pertinenza rispetto ai criteri definiti. Successivamente, Google Scholar e ResearchGate hanno ampliato il corpus delle fonti, portando all’individuazione di ulteriori 25 contributi (considerando che diversi articoli comparivano su più motori). Complessivamente, il processo ha generato un totale di 61 articoli, dai quali ne sono stati selezionati 40⁴ per l’analisi finale del fenomeno. I criteri di inclusione che sono stati utilizzati per la selezione dei contributi sono i seguenti:

1. Rilevanza del contenuto: sono stati inclusi i contributi che ripiegassero la propria attenzione nei confronti delle tematiche cardine del seguente testo, quali l’AI, l’integrazione tra i tutor digitali e l’università oltre che sull’apprendimento personalizzato.
2. Data di pubblicazione: è stata data priorità ai contributi prodotti negli ultimi dieci anni. Tuttavia, sono state incluse anche fonti più datate nel caso di studi fondativi (ad es., Carbonell, 1970).
3. Accessibilità e reperibilità della fonte: sono state selezionate quelle fonti che permettevano un accesso completo al testo.
4. Diversità delle prospettive: sono stati selezionati i testi che portavano punti a favore ma anche riflessioni in merito ai possibili rischi.

Per quanto riguarda i criteri di esclusione, sono stati omessi quei contributi che risultavano essere poco rilevanti nei confronti delle tematiche proposte o che si soffermavano su aspetti prettamente informatici e non formativi (11 contributi), obsoleti dal punto di vista della data di pubblicazione (4 contributi) o non completi nella loro descrizione (abstract e studi parziali sono stati evitati, escludendo ulteriori 6 articoli).

Per maggiore chiarezza, verrà proposta una tabella sintetica (Tab. 1) attraverso la quale è possibile avere una visione più limpida dei materiali selezionati ed esclusi sulla base dei criteri precedentemente esposti:

Tab. 1 – Criteri di inclusione ed esclusione delle fonti

Critério	Descrizione	Esempi di fonti incluse	N° fonti escluse
Rilevanza del contenuto	Studi focalizzati su AI, tutor digitali, apprendimento personalizzato e rischi educativi.	Gabrielli <i>et al.</i> (2021); Luckin <i>et al.</i> (2016 e 2022); Ramirez & Fuentes Esparrell (2024); Kasneci <i>et al.</i> (2023).	11

⁴ È opportuno precisare che, oltre ai 40 contributi selezionati sulla base dei criteri soprariportati, occorre aggiungere anche i manuali e gli articoli, spesso meno recenti, che sono stati utili per introdurre determinate tematiche o che hanno posto eventuali basi per le riflessioni emerse nel testo, spesso non direttamente impattanti per l’AI (ad esempio, Augé, 2018).

Data di pubblicazione	Articoli pubblicati tra il 2013 e il 2024, con eccezioni per studi fondativi di riferimento.	Carbonell (1970); Anderson <i>et al.</i> (1985); Selwyn (2019); Schmidt <i>et al.</i> (2020); Magrill e Magrill (2024).	4
Accessibilità	Contributi con testo completo disponibile e peer-reviewed.	Tavakoli <i>et al.</i> (2022); Wu <i>et al.</i> (2023); Al Rawashdeh <i>et al.</i> (2021); Shahbazi & Byun (2022).	6
Diversità delle prospettive	Bilanciamento tra studi sui benefici e analisi delle criticità.	Holmes & Tuomi (2022); Rasouli <i>et al.</i> (2022); Zhang <i>et al.</i> (2021); Mamlok (2021); Marioni <i>et al.</i> (2020); Antony & Ramnath (2023); Watanabe (2024).	/

Dopo aver valutato fonti e contributi di maggiore interesse, sono stati tracciati i collegamenti utili per comprendere quali fossero le tematiche affiorate in comune accordo e per orientare al meglio il discorso. Infatti, le aree che sono emerse riguardano sia quel filone di interesse, derivante anche e soprattutto dalla crisi pandemica, nei confronti di una maggiore rilevanza verso piattaforme E-learning e forum digitali nelle università, sia il tema principale delle prospettive e delle sfide future, di come l'intelligenza artificiale potrà essere utilizzata dentro l'ambiente accademico.

La volontà di approfondire il tema dell'intelligenza artificiale e del suo potenziale supporto nei confronti del percorso formativo dentro gli atenei è giustificata dall'impellente necessità di riuscire ad organizzare, per tempo, una possibile integrazione di queste interfacce digitali all'interno delle accademie. Infatti, sia che l'università predisponga delle piattaforme e delle tecnologie metodologicamente e rigorosamente adeguate per i propri studenti, sia che non lo faccia, i futuri accademici avranno sempre modo di accedere a questi supporti, anche senza un'adeguata preparazione o una coerente strategia di utilizzo. È ora fondamentale più che mai riuscire a riflettere e a comprendere quali possano essere i punti di forza e le criticità di queste interfacce digitali. All'interno del seguente contributo si intende favorire il dialogo, la collaborazione e la condivisione della ricerca, affinché si possano trovare delle buone idee che permettano di ragionare sulle opportunità future, sui vantaggi e sui rischi di una maggiore fruizione di questi nuovi tutor digitali.

3. Tutor virtuali e innovazione intelligente: un utilizzo dell'AI coerente con gli obiettivi accademici

Le opportunità offerte dall'AI nel campo dell'istruzione si riferiscono alla

possibilità che suddette tecnologie e applicazioni *intelligenti* promuovono per un miglioramento dell'apprendimento, dell'insegnamento e delle attività associate, come per esempio il tutoraggio, la velocizzazione dei processi di feedback e supporto allo studente (O'Dea e O'Dea, 2023). Nonostante alcune ricerche (Major e Francis, 2020) mostrino come tali interfacce abbiano un forte potenziale di impatto sull'istruzione, ad oggi ci sono stati pochi studi che hanno presentato esempi funzionanti di questi sistemi all'interno di un contesto di istruzione superiore o ricerche che ne hanno esaminato l'efficacia per il supporto di attività di apprendimento e insegnamento.

Sulla direzione di una migliore inclusione digitale all'interno dell'istruzione, l'intelligenza artificiale è stata a lungo considerata come la chiave per poter incentivare un apprendimento personalizzato⁵ e consentire di erogare contenuti, attività e supporti didattici su misura per gli studenti, in base a capacità, interessi e abitudini (Major e Francis, 2020; O'Dea e O'Dea, 2023). Questa tipologia di apprendimento, la quale verrebbe offerta dai tutor digitali, diverrebbe il risultato di un processo di educazione basato sui dati ricavati dagli studenti stessi (Kucirkova, 2018), grazie ai quali gli "agenti" avrebbero la possibilità di indirizzare le persone supervisionate verso specifici obiettivi. Nonostante si possa pensare a delle interfacce volte a eseguire automaticamente dei compiti isolati, il concetto di agente intelligente nel campo dell'istruzione e dell'apprendimento assume un ruolo decisamente differente (Ramirez e Fuentes Esparrell, 2024): infatti, l'obiettivo principale è quello di garantire una chiara interazione tra il discente e l'interfaccia, in modo tale che avvengano continui feedback di controllo e di restituzione, oltre che una presentazione delle informazioni in grado di semplificare l'accesso alla conoscenza da parte dei fruitori.

Per sintetizzare questo passaggio, si specifica che gli agenti intelligenti nel campo della formazione dovrebbero poter eludere efficientemente la complessità di un argomento, rivelando quali opzioni le persone siano in grado di riconoscere e apprendere con maggiore semplicità (Vikas e Mathur, 2022), fornendo feedback personalizzati, adattandosi alle esigenze dei singoli studenti e supportando la collaborazione tra pari (Panagiotis *et al.*, 2015). Il processo integrativo potrà (e dovrà) avvenire senza una sostituzione della figura cardine delle accademie, ossia il docente, bensì con una maggiore autonomia didattica da parte della propria classe, la quale sarà in grado di chiarire dubbi o incertezze

⁵ L'apprendimento personalizzato è un approccio didattico che si adatta alle caratteristiche, interessi, capacità e bisogni di ogni singolo studente (Pane *et al.*, 2015). A differenza dei modelli standardizzati, l'apprendimento personalizzato mira a mettere lo studente al centro del processo educativo, promuovendo un percorso che rispetti il suo ritmo e stile di apprendimento, favorendo un coinvolgimento più profondo e duraturo (Bray, 2014).

non risolvibili nell'immediato se non per mezzo di un'AI. Ad esempio, la mancanza di tempo in aula o l'assenza fisica degli studenti, per motivi di salute o eventi straordinari come la pandemia, possono essere superati grazie a soluzioni digitali rapide ed efficienti, che consentono di recuperare contenuti e interagire in modo flessibile.

Naturalmente diversi autori (ad esempio: Luckin *et al.* 2016; Selwyn, 2019; Watanabe, 2024) sostengono che tale integrazione potrà avvenire solo se si terranno ben presenti anche le problematiche: tra le principali critiche mosse nei confronti del tutoraggio digitale tramite AI vi è la paura di una riduzione drastica dei rapporti tra pari. Lo studio condotto da Selwyn (2019) ha esplorato il pericolo nell'uso estensivo di AI, come i tutor virtuali, poiché capace di ridurre le interazioni sociali degli studenti, limitando le opportunità di apprendimento collaborativo e diminuendo il coinvolgimento relazionale con insegnanti e colleghi. Anche il contributo prodotto da Luckin *et al.* (2016), sebbene metta in evidenza i vantaggi di questa implementazione, dedica una sezione ai limiti, tra cui l'isolamento sociale. Gli autori (Luckin *et al.*, 2016) avvertono che un uso non equilibrato dell'AI potrebbe portare a una riduzione significativa delle interazioni umane, fondamentali per lo sviluppo delle competenze sociali ed emotive degli studenti. Sulla medesima direzione, Holmes e Tuomi (2022) suggeriscono che, malgrado la presenza di questi rischi riscontrabili, si possa ugualmente usufruire delle opportunità offerte dagli agenti intelligenti, promuovendo al contempo delle attività collaborative e di gruppo interne alle lezioni, affinché si possa scongiurare il rischio di isolamento e compensare la modalità di tutoraggio online con i rapporti cooperativi.

Oltre alle critiche mosse sugli aspetti relazionali, un ulteriore elemento di perplessità è dato proprio dalla continua condivisione delle informazioni per garantire un apprendimento adeguatamente predisposto per il singolo. Se da un lato la personalizzazione del "rapporto" di tutoraggio tra studente e AI possa apparire come una risorsa importante, la mole di dati che deve essere trasferita per offrire materiali di studio e approfondimenti specifici presenta un problema di privacy da non sottovalutare. Per funzionare efficacemente, i sistemi AI richiedono l'accesso a informazioni sensibili, tra cui cronologia accademica, dati biometrici e posizione GPS. Questo aumenta il rischio di violazioni della privacy e potenziale sorveglianza pervasiva, che può influenzare negativamente la libertà di espressione degli studenti (Holmes e Porayska-Pomsta, 2023; Vara *et al.*, 2024). Sulla questione, una recente indagine qualitativa condotta da Antony e Ramnath (2023) ha esplorato le percezioni degli studenti universitari sull'uso dei chatbot AI nell'istruzione superiore. Gli alunni hanno segnalato timori riguardanti la raccolta e l'uso dei loro dati personali, evidenziando la necessità di trasparenza e protezione per garantire fiducia nell'adozione di tali tecnologie.

Simili preoccupazioni emergono anche negli studi di Katerina Megias (2024)⁶ e Anub *et al.*, (2024), che sottolineano come l'archiviazione delle informazioni personali e le capacità predittive degli algoritmi AI possano amplificare i rischi di sorveglianza, soprattutto in contesti educativi. Queste ricerche convergono nell'evidenziare la necessità di politiche rigorose e tecnologie sicure per salvaguardare la privacy e promuovere un uso responsabile dell'AI.

Malgrado i rischi presentati, sono diversi gli studi che hanno supportato l'idea secondo la quale l'AI possa integrarsi positivamente con il percorso accademico di studenti e studentesse: una ricerca condotta da Li (2019) ha rivelato che la funzione personalizzante dei tutor digitali sia in grado di adattare l'apprendimento alle esigenze individuali dei discenti, specialmente quando si tratta di imparare una lingua o approfondirne la complessità. Rasouli *et al.* (2022) ne hanno messo in evidenza il valore e la tempestività di intervento, grazie ai quali gli studenti hanno la possibilità di ottenere un'assistenza comprensibile e accessibile, migliorando così la qualità dell'apprendimento. Ulteriore dimostrazione è stata fornita dagli studi di Zhang *et al.* (2021), i quali hanno rilevato come i sistemi di raccomandazione AI⁷ (Tavakoli *et al.*, 2022), che utilizzano algoritmi di apprendimento automatico per analizzare e prevedere le preferenze individuali e offrire suggerimenti pertinenti, siano delle risorse estremamente utili per gli studenti, proprio per merito del "rapporto" evolutivo che si instaura tra studente e macchina.

Nonostante questo possa apparire come un allontanamento dall'interazione umana, le interfacce programmate in ambito AI possono, al contrario, favorire lo sviluppo di competenze attraverso meccanismi di collaborazione e lavoro di gruppo. A tale scopo, sono stati sviluppati sistemi intelligenti che promuovono la cooperazione tra i partecipanti, grazie a ricerche condivise, indagini di gruppo e attività comuni (Svenningsson e Faraon, 2019). Questi strumenti sono in grado di stimolare i rapporti comunicativi, contrastando i rischi di isolamento che possono insorgere durante il percorso formativo (Holmes e Tuomi, 2022).

Un esempio concreto di applicazione di queste tecnologie di tutoraggio intelligente è rappresentato dai cosiddetti "sistemi di raccomandazione" (Zhang *et al.*, 2021; Tavakoli *et al.*, 2022). All'interno dei contesti di formazione, questi sistemi possono essere integrati nell'ambiente di apprendimento virtuale dell'istituzione, offrendo agli studenti contenuti personalizzati. Oltre a facilitare l'accesso a risorse didattiche mirate, selezionate in base alle difficoltà o potenzialità degli studenti, i sistemi di raccomandazione possono anche suggerire attività

⁶ Per maggiori informazioni: <https://www.nist.gov/blogs/cybersecurity-insights/managing-cybersecurity-and-privacy-risks-age-artificial-intelligence>.

⁷ Per comprendere meglio cosa siano i sistemi di raccomandazione AI basta pensare a quelli ampiamente implementati nelle aziende: le raccomandazioni di prodotti di Amazon, le raccomandazioni di visione di Netflix e le playlist di Spotify (O'Dea e O'Dea, 2023).

collaborative, creando opportunità per un apprendimento condiviso. In questo modo, la tecnologia non solo supporta l'apprendimento individuale, ma contribuisce anche a rafforzare la dimensione sociale e collaborativa dell'esperienza formativa.

In aggiunta ai sistemi di raccomandazione, non si può ignorare il crescente impiego dei generatori di testo basati sull'intelligenza artificiale, come ChatGPT. Questi strumenti di Generative AI (GenAI) offrono opportunità significative per l'apprendimento, rispondendo in modo chiaro e conciso a domande complesse (Crawford *et al.*, 2023). Kasneci *et al.* (2023) suggeriscono che i generatori di testo AI possono supportare gli studenti nello sviluppo del pensiero critico, fornendo in tempi brevi i riassunti dei punti chiave di articoli, quesiti o argomenti di interesse. Questo permette agli studenti di analizzare e riflettere sulle risposte, approfondendo le tematiche proposte. Lee *et al.* (2019) hanno enfatizzato un utilizzo di queste tecnologie per rafforzare la memorizzazione di definizioni chiave o per essere introdotti all'interno di un nuovo corso accademico tramite riassunti specifici.

Anche in questo caso, il ruolo dei generatori di testo AI dovrà essere inteso a supporto del tradizionale servizio di erogazione di formazione accademica. Offrire un aiuto tempestivo agli studenti, rispondendo alle loro domande e incoraggiandoli a soddisfare le proprie curiosità, è fondamentale per motivarli all'impegno e all'apprendimento (Ahea *et al.*, 2016); tuttavia, il raggiungimento di questo obiettivo può essere ostacolato dalla limitatezza del numero di professori, professoresse e aiutanti, soprattutto all'interno di classi numerose e corsi con molti iscritti, ponendo le chatbot in una posizione di supporto tempestivo e sempre disponibile.

Tuttavia, malgrado le potenzialità e i vantaggi offerti dai sistemi di raccomandazione AI e dalle chatbot virtuali, sono presenti ulteriori questioni da affrontare, affinché non si sottovalutino i rischi per i futuri accademici. Ci si riferisce al potenziale problema di "dipendenza" dall'Intelligenza Artificiale, questione che emerge quando l'uso di strumenti AI diventa così prevalente da ridurre la capacità degli studenti di sviluppare autonomia decisionale, capacità argomentative e pensiero critico. Secondo Watanabe (2024), tecnologie come i tutor intelligenti possono promuovere un apprendimento personalizzato, ma rischiano di sminuire il ruolo degli studenti, rendendoli eccessivamente dipendenti dai suggerimenti automatizzati. Analogamente, Magrill *et al.* (2024) sottolineano che l'affidamento eccessivo a strumenti come ChatGPT può portare ad un appiattimento delle competenze creative e analitiche, cruciali per il successo accademico e professionale nel lungo termine. Come ogni nuova introduzione tecnologica e innovazione, rischi e benefici dipenderanno dalla cautela con cui ci si avvicinerà al progresso, dalla sicurezza che verrà articolata dalle nazioni e dagli atenei e dall'utilizzo consapevole e responsabile che ne faranno

gli utenti coinvolti, affinché si possa operare in direzione di un rinnovamento formativo conscio per tutti gli attori coinvolti.

In sintesi, l'integrazione dei tutor virtuali e dell'intelligenza artificiale nell'istruzione superiore rappresenta un avanzamento significativo, in grado di promuovere un apprendimento personalizzato e adattivo. Queste tecnologie offrono un potenziale rilevante per migliorare l'efficienza didattica, facilitando l'accesso a contenuti e risorse su misura, e supportando la continuità dell'apprendimento anche in situazioni di emergenza. I vantaggi derivano dalla capacità dell'AI di analizzare dati individuali, fornendo feedback immediati e personalizzati, e di promuovere la collaborazione tra pari attraverso sistemi intelligenti di raccomandazione, di tutoraggio digitale o tramite le Chatbot. Tuttavia, è cruciale che l'adozione di tali strumenti avvenga in modo complementare all'insegnamento tradizionale, valorizzando il ruolo insostituibile dei docenti e assicurando che l'interazione rimanga centrale nel processo educativo, scongiurando il rischio di isolamento e mancanza di relazione umana. Oltretutto, se da un lato la personalizzazione del processo formativo potrà avvenire grazie e soprattutto tramite il trasferimento delle informazioni e delle preferenze personali, d'altro canto occorrerà mettere l'accento sulla sicurezza legata ai dati personali e alla privacy degli studenti. Infine, l'utilizzo dei sistemi di raccomandazione e Chatbot rappresenterà un'enorme occasione di flessibilità e aiuto per i futuri accademici, ma solo se questa non si tramuterà in un appiattimento del pensiero critico e dell'autonomia di azione, sostituiti malamente dalla comodità di una risposta automatizzata.

4. Conclusioni: incertezza e progresso come facce della medesima medaglia

Ostacolare un processo inarrestabile e difficilmente controllabile potrebbe condurre i futuri studenti a non perseguire un percorso formativo impostato senza una chiara strategia di rinnovamento capace di intercettare le opportunità offerte dal progresso tecnologico. Garantire un avvicinamento alla tematica e una corretta riflessione pedagogica sulle future possibilità offerte dalle intelligenze artificiali risulterebbe essere la via sensatamente più perseguibile, affinché si eviti di cogliersi impreparati o non in grado di strutturare per tempo una strategia applicativa. Oltretutto, come precedentemente accennato, l'utilizzo di determinate interfacce digitali è tutt'ora accessibile a chiunque abbia un collegamento con la rete Internet; di conseguenza, spetterà alle istituzioni formative riuscire a intercettare degli utilizzi maturi e pensati per suddette tecnologie, evitando che vengano adoperate individualmente senza una piena consapevolezza di potenzialità e rischi (Antony e Ramnath, 2023; Watanabe, 2024).

Avviandosi verso le conclusioni del contributo, occorre recuperare sinteticamente le informazioni e i pensieri che sono emersi durante la revisione, affinché si riesca a fare ulteriore chiarezza su quanto riportato. L'integrazione dei tutor virtuali e dell'intelligenza artificiale nell'ambito dell'istruzione superiore rappresenta una prospettiva innovativa e promettente per il miglioramento dell'apprendimento e dell'insegnamento (Holmes *et al.*, 2019; Luckin, *et al.*, 2022). Come dimostrato da alcuni degli studi citati (Lee *et al.*, 2020; Gabrielli *et al.*, 2021; Klos *et al.*, 2021; Kasneci *et al.*, 2023) le tecnologie AI, se implementate in modo strategico e coerente con gli obiettivi accademici, possono favorire un percorso formativo personalizzato, rispondendo alle esigenze individuali degli studenti e facilitando l'accesso alle risorse didattiche, ad approfondimenti e ulteriori conoscenze. Oltretutto, questi sistemi di tutoraggio personalizzato garantiscono una diminuzione dei tempi di risposta e offrono spunti di approfondimento anche per lo sviluppo del pensiero critico dei discenti.

Nonostante gli studi a favore di questo ultimo aspetto, alcune ricerche esplorative hanno presentato il rischio di provocare l'effetto opposto (Magrill e Magrill, 2024; Watanabe, 2024): un utilizzo eccessivo delle Chatbot e dei sistemi di tutoraggio assistito potrebbe indurre i futuri studenti a diminuire il proprio lavoro di pensiero critico, riducendo il proprio compito alla scrittura di questioni verso le quali sarà l'intelligenza artificiale a rispondere. Sotto questa prospettiva, il pensiero critico e le capacità argomentative degli universitari verrebbero in parte indebolite e non promosse dall'AI. Per questa ragione, anche in vista di possibili integrazioni future, è auspicabile che l'utilizzo di tali tecnologie avvenga in modo cauto e consapevole, possibilmente con una quantità di tempo limitata da poter dedicare al "tutoraggio intelligente", affinché vengano meno anche le inquietudini pervenute dagli studenti stessi (Jang *et al.*, 2022; Crawford *et al.*, 2023; Watanabe, 2024).

Sebbene queste preoccupazioni appaiano sensatamente riposte, sono presenti diversi studi recenti che hanno provveduto ad indagare le potenzialità di queste tecnologie a favore del pensiero critico degli studenti (Saúde *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024). Saúde *et al.* (2024) evidenziano come gli strumenti di intelligenza artificiale possano offrire un sistema di tutoraggio e di feedback immediato che non si limita a correggere eventuali errori, ma che aiuta gli studenti a comprendere i passaggi logici necessari per risolvere i problemi, identificando eventuali lacune nella loro comprensione. Ad esempio, piattaforme educative basate sull'AI possono proporre esercizi gradualmente più complessi, offrendo suggerimenti mirati o materiali aggiuntivi quando uno studente incontra difficoltà. Questo approccio stimola il pensiero critico, poiché gli studenti sono invitati a riflettere attivamente sui propri errori e a sviluppare strategie per superarli.

Wang *et al.* (2024), d'altra parte, si concentrano sull'apprendimento personalizzato, sottolineando come i sistemi di IA possano raccogliere dati sul comportamento degli studenti, come il tempo impiegato su determinate attività, il tipo di domande poste e le risposte fornite. Questi dati permettono al sistema di adattare i contenuti formativi alle esigenze specifiche di ciascun discente. Ad esempio, uno studente che dimostra di essere visivamente orientato potrebbe ricevere più infografiche e video esplicativi, mentre un altro con preferenze testuali potrebbe ricevere articoli e approfondimenti scritti.

In linea generale, le principali manovre di applicabilità dell'AI sono state promosse tramite la messa a disposizione delle tecnologie esplorate nel capitolo precedente: tutor digitali, sistemi di raccomandazione e Chatbot sono infatti gli strumenti che meglio si concilierebbero con il lavoro degli studenti. Se i tutor intelligenti garantiscono un'interazione personalizzata e adattiva per l'apprendimento in grado di progredire insieme al discente, i sistemi di raccomandazione non offrono un'interazione continuativa, sebbene permettano allo studente di scoprire nuove risorse didattiche basate proprio sulle competenze e difficoltà. Per quanto riguarda i Chatbot, questi dovranno essere adeguatamente integrati nell'ambiente didattico, senza sottovalutarne l'impatto futuro, proprio per la facilità con la quale è possibile accedervi.

Anche su questo aspetto, i rischi di mancata interazione umana permangono; in tal senso, gli agenti intelligenti e i sistemi di raccomandazione, sebbene capaci di ottimizzare l'efficienza dell'apprendimento, devono essere progettati per promuovere anche la cooperazione tra pari, evitando di isolare i discenti all'interno di un'esperienza priva di relazioni. In questo modo le tecnologie di AI permetteranno lo sviluppo ulteriore di competenze, quali il lavoro di squadra, la capacità di collaborare in gruppo e l'eventuale leadership di guidare colleghi e colleghe verso un risultato soddisfacente, scoraggiando il rischio di una riduzione delle competenze trasversali dei discenti.

Inoltre, l'impiego di generatori di testo AI, come ChatGPT, e di tutor digitali per il supporto accademico, evidenzia il potenziale di queste tecnologie nel fornire assistenza tempestiva e personalizzata; tuttavia, per garantire il successo di tali innovazioni, è essenziale un approccio etico e centrato sull'utente, che consideri le reali necessità e potenzialità del corpo studentesco, oltre a una costante valutazione della loro efficacia e del loro impatto, affinché si possa sempre intervenire per tempo a possibili implementazioni, sostituzioni o rimozioni. Su questo aspetto non sono mancate le critiche da parte di coloro che evidenziano come un inserimento eccessivo delle proprie informazioni, preferenze e attitudini all'interno del tutor virtuale possa produrre non pochi problemi legati alla privacy e alla sicurezza del corpo studentesco (Holmes e Porayska-Pomsta, 2023; Anub *et al.*, 2024; Vara *et al.*, 2024).

In sintesi, l'introduzione dell'intelligenza artificiale nel contesto educativo offre opportunità significative per migliorare l'efficacia e l'efficienza dell'apprendimento. Ciò che è necessario è un'implementazione ponderata e responsabile, con tecnologie sicure, mantenendo al centro l'importanza della dimensione umana. Sfruttare l'AI per migliorare l'apprendimento personalizzato, senza sacrificare l'interazione sociale e lo sviluppo del pensiero critico, rappresenta la sfida e al contempo la promessa di un'educazione del futuro.

Riferimenti bibliografici

- Ahea M., Ahea M., Kabir R., and Rahman I. (2016). The Value and Effectiveness of Feedback in Improving Students' Learning and Professionalizing Teaching in Higher Education. *Journal of Education and Practice*, 7(16): 38-41.
- Al Rawashdeh A., Mohammed E., Al Arab A., Alara M., and Al-Rawashdeh B. (2021). Advantages and Disadvantages of Using e-Learning in University Education: Analyzing Students' Perspectives. *Electronic Journal of e-Learning*, 19(3): 107-117.
- Anderson J. R., Boyle C. F., and Reiser B. J. (1985). Intelligent tutoring systems. *Science*, 228(4698): 456-462.
- Antony S., Ramnath R. (2023). A Phenomenological Exploration of Students' Perceptions of AI Chatbots in Higher Education. *IAFOR Journal of Education*, 11(2): 7-38.
- Anub A, Rahul N. Vaza, Amit B. Parmar, Pankaj S Mishra, Ibrahim Abdullah, and C M Velu. (2024). Security And Privacy Concerns In AI-Enabled Iot Educational Frameworks: An In-Depth Analysis. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(4): 8436-8445.
- Augé M. (2018). *Non luoghi*. Elèuthera.
- Bray B. (2014). *Make learning personal: What, who, wow, where, and why*. Corwin Press.
- Canfield W. (2001). ALEKS: A Web-based intelligent tutoring system. *Mathematics and Computer Education*, 35(2), 152.
- Carbonell J. R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE transactions on man-machine systems*, 11(4): 190-202.
- Crawford J., Cowling M., and Allen K. A. (2023). Leadership is needed for ethical ChatGPT: Character, assessment, and learning using artificial intelligence (AI). *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 20(3), 2.

- Creswell J. W. (2012). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* / John W. Creswell. – 4th ed., Pearson.
- Farazouli A., Cerratto-Pargman T., Bolander-Laksov K., and McGrath C. (2024). Hello GPT! Goodbye home examination? An exploratory study of AI chatbots impact on university teachers' assessment practices. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 49(3): 363-375.
- Gabrielli S., Rizzi S., Bassi G., Carbone S., Maimone R., Marchesoni M., and Forti S. (2021). Engagement and Effectiveness of a Healthy-Coping Intervention via Chatbot for University Students During the COVID-19 Pandemic: Mixed Methods Proof-of-Concept Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(5), 27965.
- Holmes W., Bialik M., and Fadel C. (2019). *Artificial intelligence in education promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Holmes W., Porayska-Pomsta K. (2023). *The ethics of artificial intelligence in education*. Routledge Taylor.
- Holmes W., Tuomi I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4): 542-570.
- Irwin V., Zhang J., Wang X., Hein S., Wang K., Roberts A., ... and Purcell S. (2021). *Report on the Condition of Education 2021*. NCES 2021-144. National Center for Education Statistics.
- Jang Y., Choi S., and Kim H. (2022). Development and validation of an instrument to measure undergraduate students' attitudes toward the ethics of artificial intelligence (AT-EAI) and analysis of its difference by gender and experience of AI education. *Education and Information Technologies*, 27(8): 11635-11667.
- Kasneci E., Seßler K., Küchemann S., Bannert M., Dementieva D., Fischer F., ... and Kasneci G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103, 102274.
- Kucirkova N., Leaton Gray S. (2018). If personalized education and artificial intelligence are democratic problems, could pluralisation be the democratic solution. *British Journal of Educational Studies*.
- Lee T., Jagannath K., Aggarwal N., Sridar R., Wilde S., Hill T., and Chen Y. (2019). *Intelligent career advisers in your pocket? A need assessment study of chatbots for student career advising*. Emergent Research Forum (ERF).
- Li T. J. J. (2019). End-user programming of intelligent agents using demonstrations and natural language instructions. In *Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces: Companion* (pp. 143-144).

- Luckin R., Cukurova M., Kent C., and du Boulay B. (2022). Empowering educators to be AI-ready. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100076.
- Luckin R., Holmes W., Griffiths M. and Forcier L. B. (2016). *Intelligence Unleashed. An argument for AI in Education*. London: Pearson.
- Magni F. (2023). *L'università e il rilancio della formazione terziaria. Nuovi paradigmi culturali*. Studium edizioni.
- Magrill J., Magrill B. (2024). Preparing Educators and Students at Higher Education Institutions for an AI-Driven World. *Teaching and Learning Inquiry*, 12: 1-9.
- Major L., Francis G. (2020). *Technology-supported personalized learning: Rapid evidence review*. (EdTech Hub Rapid Evidence Review), July.
- Mamlok D. (2021). *The Great Promise of Educational Technology: Citizenship and Education in a Globalized World*. Palgrave MacMillan.
- Marinoni G., Van't Land H., and Jensen T. (2020). The impact of Covid-19 on higher education around the world. *IAU global survey report*, 23(1): 1-17.
- Miniscalco N. (2024). La tecnologia come fattore di istruzione. *Rivista N*, 1.
- Nadeak B. (2020). The Effectiveness of Distance Learning Using Social Media during the Pandemic Period of COVID-19: A Case in Universitas Kristen Indonesia. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7).
- O'Dea, X., O'Dea, M. (2023). Is Artificial Intelligence Really the Next Big Thing in Learning and Teaching in Higher Education? A Conceptual Paper. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 20(5).
- Panagiotis S., Panagiotopoulos I., Goumopoulos C., and Kameas A. (2015). Combining agents and ontologies for building an intelligent tutoring system. In M. Helfert, M. T. Restivo, S. Zvacek, and J. Uhomoihi (Eds.), *International Conference on Computer Supported Education* (Vol. 2, pp. 15-24). SCITEPRESS.
- Pane J. F., Steiner E. D., Baird M. D., and Hamilton L. S. (2015). *Continued Progress: Promising Evidence on Personalized Learning*. Rand Corporation.
- Pinkwart N. (2016). Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future. *International journal of artificial intelligence in education*, 26: 771-783.
- Ramirez E.A.B., Fuentes Esparrell J.A. (2024). Artificial Intelligence (AI) in Education: Unlocking the Perfect Synergy for Learning. *Educational Process: International Journal*, 13(1): 35-51.
- Rapanta C., Botturi L., Goodyear P., Guàrdia L., and Koole M. (2020). Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher

- presence and learning activity. *Postdigital science and education*, 2: 923-945.
- Rasouli S., Ghafurian M., and Dautenhahn K. (2022). Students Views on Intelligent Agents as Assistive Tools for Dealing with Stress and Anxiety in Social Situations. In C. Bartneck, T. Kanda, M. Obaid, and W. Johal (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Human-Agent Interaction* (pp. 23-31).
- Red'ko V. G., Sokhova Z. B. (2022). Model of an autonomous agent forming its own simple knowledge base. *Procedia Computer. Science*, 213: 477-485.
- Saragih M., Cristanto R., Effendi Y., and Zamzami E. (2021). Application of Blended Learning Supporting Digital Education 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1566(1): 1-7.
- Saúde S., Barros J. P., and Almeida I. (2024). Impacts of Generative Artificial Intelligence in Higher Education: Research Trends and Students' Perceptions. *Social Sciences*, 13(8), 410.
- Schmidt S., Ariza O., and Steinicke F. (2020). Intelligent blended agents: Reality – virtuality interaction with artificially intelligent embodied virtual humans. *Multimodal Technologies and Interaction*, 4(4), 85.
- Selwyn N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. John Wiley & Sons.
- Shahbazi Z., Byun Y. C. (2022). Agent-based recommendation in E-learning environment using knowledge discovery and machine learning approaches. *Mathematics*, 10(7), 1192.
- Sheth J. N. (2007). *The Self-Destructive Habits of Good Companies: And how to Break Them*. Philadelphia. Wharton School. Pearson Education.
- Shi Y., Zhang K. (2021). Advanced model predictive control framework for autonomous intelligent mechatronic systems: A tutorial overview and perspectives. *Annual Reviews in Control*, 52: 170-196.
- Sevim-Cirak N., Erol O., and Baser-Gulsoy V. G. (2023). Examination of the correlation between e-learning readiness and achievement goal orientation of college students. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 6(1): 184-201.
- Tavakoli M., Faraji A., Vrolijk J., Molavi M., Mol S.T., and Kismihók G. (2022). An AI-based open recommender system for personalized labor market driven education. *Advanced Engineering Informatics*, 52.
- Traverso P. (2022). Breve introduzione tecnica all'Intelligenza Artificiale. *DPCE Online*, 51(1).
- Vaza R. N., Parmar A. B., Mishra P. S., Abdullah I., and Velu C. M. (2024). Security And Privacy Concerns In AI-Enabled Iot Educational Frameworks: An In-Depth Analysis. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(4): 8436-8445.

- Verma A., Singh A. (2021). A new era of technology-empowered education: education 4.0 a systematic review. In *2021 9th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)* (pp. 1-7). IEEE.
- Vikas S., Mathur A. (2022). An empirical study of student perception towards pedagogy, teaching style and effectiveness of online classes. *Education and Information Technologies*, 27: 589-610.
- Wang H., Dang A., Wu Z., and Mac S. (2024). Generative AI in higher education: Seeing ChatGPT through universities' policies, resources, and guidelines. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100326.
- Wang Q. (2024). AI-driven autonomous interactive English learning language tutoring system. *Journal of Computational Methods in Science and Engineering*, 0(0): 1-12.
- Watanabe A. (2024). Have Courage to Use your Own Mind, with or without AI: The Relevance of Kant's Enlightenment to Higher Education in the Age of Artificial Intelligence. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(2): 46-58.
- Woolf B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- Wu Y., Xu X., Xue J., and Hu P. (2023). A cross-group comparison study of the effect of interaction on satisfaction in online learning: The parallel mediating role of academic emotions and self-regulated learning. *Computers & Education*, 199, 104776.
- Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., and Gouverneur F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1): 1-27.
- Zhang Q., Lu J., and Jin Y. (2021). Artificial intelligence in recommender systems. *Complex & Intelligent Systems*, 7(1): 439-457.