

30
December 2024

Special Issue on

The Contribution of Artificial Intelligence
to the Qualification of Educational Processes

*Il contributo dell'intelligenza artificiale
alla qualificazione dei processi di istruzione*

Edited by
Gaetano Domenici

Gaetano Domenici

Editoriale / *Editorial*

L'intelligenza artificiale generativa per l'innalzamento
della qualità dell'istruzione e la fioritura del pensiero critico. 11
Quale contributo?

*(Generative Artificial Intelligence for Increasing the Quality of Education
and the Flourishing of Critical Thinking. What Kind of Contribution?)*

STUDI E CONTRIBUTI DI RICERCA

STUDIES AND RESEARCH CONTRIBUTIONS

Giancarlo Fortino - Fabrizio Mangione - Francesco Pupo
Intersezione tra intelligenza artificiale generativa e educazione: 25
un'ipotesi

*(Intersection between Generative Artificial Intelligence and Education:
A Hypothesis)*

- Stefano Moriggi - Mario Pireddu*
Apprendere (con) l'intelligenza artificiale. Un approccio
media-archeologico 53
(Learning (with) Artificial Intelligence. A Media-Archaeological Approach)
- Roberto Trincherò*
Usi intelligenti dell'intelligenza artificiale. Il *man-with-the-machine* 65
learning
(Intelligent Uses of Artificial Intelligence. The Man-with-the-Machine Learning)
- Giovanna Di Rosario - Matteo Ciastellardi*
The Integration of Artificial Intelligence in Communication 83
Design. Case Studies from the Polytechnic of Milan:
from Digital Culture to Sociology of Media
*(L'integrazione dell'intelligenza artificiale nel design della comunicazione.
Casi di studio del Politecnico di Milano: dalla cultura digitale alla sociologia
dei media)*
- Massimo Marcuccio - Maria Elena Tassinari - Vanessa Lo Turco*
Progettare e valutare con il supporto dell'intelligenza artificiale: 105
elementi per un approccio critico all'uso dei chatbot
*(Designing and Assessing with the Support of Artificial Intelligence:
Elements for a Critical Approach to the Use of Chatbots)*
- Maria Luongo - Michela Ponticorvo - Maria Beatrice Ligorio*
Pietro Crescenzo - Giuseppe Ritella
Artificial Intelligence to Enhance Qualitative Research: 119
Methodological Reflections on a Pilot Study
*(L'intelligenza artificiale per potenziare la ricerca qualitativa: riflessioni
metodologiche su uno studio pilota)*
- Daniele Dragoni - Massimo Margottini*
L'intelligenza artificiale generativa: rischi e opportunità 137
in ambito educativo. Il progetto «CounselorBot» per il supporto
tutoriale
*(Generative Artificial Intelligence: Risks and Opportunities in Education.
The «CounselorBot» Project for Tutorial Support)*
- Stefania Nirchi - Giuseppina Rita Jose Mangione*
Conny De Vincenzo - Maria Chiara Pettenati
Indagine esplorativa sulla percezione dei docenti neoassunti 151
circa l'impiego dell'intelligenza artificiale nella didattica:
punti di forza, ostacoli e prospettive
-

(Exploratory Survey on Newly Recruited Teachers' Perceptions of the Use of Artificial Intelligence in Teaching: Strong Points, Obstacles and Perspectives)

Donatella Padua

Artificial intelligence and Quality Education: The Need for Digital Culture in Teaching 181

(Intelligenza artificiale e istruzione di qualità: la necessità della cultura digitale nell'insegnamento)

NOTE DI RICERCA

RESEARCH NOTES

Cristiano Corsini

Una valutazione col pilota automatico? Una riflessione sulle cose che possiamo guadagnare e quelle che rischiamo di perdere impiegando l'intelligenza artificiale nei processi valutativi 197

(Evaluation on Autopilot? A Reflection on the Things We Can Gain and Those We Risk Losing by Using Artificial Intelligence in Evaluation Processes)

Alessio Fabiano

Per un nuovo paradigma educativo tra intelligenza artificiale, curriculum e cittadinanza digitale. Una prima riflessione 209

(For a New Educational Paradigm between Artificial Intelligence, Curriculum and Digital Citizenship. A First Reflection)

Nazarena Patrizi - Angelo Girolami - Claudia Crescenzi

Il contributo dell'intelligenza artificiale per la qualificazione dei processi di istruzione 225

(The Contribution of Artificial Intelligence to the Qualification of Education Processes)

Fiorella D'Ambrosio

Intelligenza artificiale e istruzione: tra sperimentazione e prospettive evolutive 243

(Artificial Intelligence and Education: Between Experimentation and Evolutionary Perspectives)

COMMENTI, RIFLESSIONI, PRESENTAZIONI,
RESOCONTI, DIBATTITI, INTERVISTE

COMMENTS, REFLECTIONS, PRESENTATIONS,
REPORTS, DEBATES, INTERVIEWS

| | |
|--|-----|
| <i>Giuseppe Spadafora</i> L'esperienza e il metodo dell'intelligenza nel pensiero di John Dewey <i>(Experience and the Method of the Intelligence in John Dewey's Thought)</i> | 259 |
| <i>Teodora Pezzano</i> La teoria dell'Arco Riflesso e l'educazione. L'esperienza come questione didattica nel pensiero di John Dewey <i>(The Reflex Arc Theory and Education. Experience as Didactic Issue in John Dewey's Thought)</i> | 269 |
| Author Guidelines | 281 |

Intersezione tra intelligenza artificiale generativa e educazione: un'ipotesi

Giancarlo Fortino - Fabrizio Mangione - Francesco Pupo

*Università della Calabria - Department of Informatics, Modeling, Electronics,
and Systems (Rende, CS, Italy)*

DOI: <https://doi.org/10.7358/ecps-2024-030-fort>

giancarlo.fortino@unical.it
fabrizio.mangione@dimes.unical.it
francesco.pupo@unical.it

INTERSECTION BETWEEN GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION: A HYPHOTHESIS

ABSTRACT

This study explores the impact of integrating Generative Artificial Intelligence (GenAI) into adaptive and personalized learning environments, focusing on its diverse applications in the field of education. It begins with an examination of the evolution of GenAI models and frameworks, establishing selection criteria to curate case studies that showcase the applications of GenAI in education. The analysis of these case studies highlights the tangible benefits of integrating GenAI, such as increased student engagement, improved test scores, and accelerated skill development. Ethical, technical, and pedagogical challenges are also identified, emphasizing the need for careful collaboration between educators and computer science experts. The findings underscore the potential of GenAI to revolutionize the field of education. By addressing technological challenges and ethical concerns, and embracing human-centered approaches, educators and computer science experts can leverage GenAI to create innovative and inclusive learning environments. Finally, the study also highlights the importance of socio-emotional learning and personalization in the evolutionary process that will revolutionize the future of education.

Keywords: Education; Generative AI; Personalized learning; Socio-emotional learning; Student engagement.

1. INTRODUZIONE

L'intelligenza artificiale (IA) rivoluzionerà l'apprendimento nel prossimo futuro. In realtà, sta rivoluzionando quasi tutte le attività umane già da alcuni anni. Nel settore sanitario, l'IA aiuta a diagnosticare malattie, prevedere prognosi e personalizzare i piani di trattamento per i pazienti. In finanza, l'IA migliora la rilevazione delle frodi, automatizza il trading e potenzia il servizio clienti tramite chatbot. Il settore dei trasporti beneficia dell'IA attraverso veicoli autonomi e una gestione ottimizzata del traffico. Nell'intrattenimento, l'IA cura contenuti personalizzati e migliora le esperienze utente. Infine, può migliorare l'educazione fornendo esperienze di apprendimento personalizzate e offrendo sistemi di tutoraggio intelligenti e personalizzati. I recenti progressi dell'intelligenza artificiale hanno subito una notevole ulteriore accelerazione, in particolare la creazione di modelli generativi ha reso possibile la generazione di testi e immagini realistici (Bandi *et al.*, 2023). I modelli di IA generativi hanno dimostrato una notevole capacità di imitare la creatività umana, producendo risultati simili a quelli prodotti dagli esseri umani (Goldstein *et al.*, 2023).

In termini generali, l'IA generativa si riferisce ad algoritmi capaci di generare nuovi contenuti, come testi, immagini, musica e persino codice software, apprendendo modelli dai dati esistenti. Nell'elaborazione del linguaggio naturale, modelli come GPT-4 possono generare testi coerenti e contestualmente rilevanti. Nelle arti visive, strumenti come DALL·E creano immagini uniche a partire da descrizioni testuali. La composizione musicale beneficia dell'IA producendo melodie e armonie originali. Nello sviluppo software, l'IA può assistere nella scrittura e nel debug del codice. Questa tecnologia sta trasformando le industrie creative migliorando la produttività e consentendo nuove forme di espressione. Questo articolo si concentra su come l'IA generativa possa rivoluzionare l'educazione, migliorando le esperienze di apprendimento, democratizzando l'accesso a un'istruzione di qualità e potenziando l'efficacia di tutto il processo educativo (Dewey, 2018; Spadafora, 2018; De Luca *et al.*, 2023). Analizza come gli strumenti basati sull'IA generativa possano fornire percorsi di apprendimento personalizzati, soddisfacendo le esigenze individuali degli studenti e migliorando il loro coinvolgimento. L'articolo evidenzia il ruolo dell'IA generativa nel rendere l'istruzione di alta qualità e accessibile a un pubblico più ampio, abbattendo le barriere geografiche e socio-economiche. Discute infine come l'IA possa assistere gli insegnanti, automatizzando i compiti più amministrativi, permettendo loro di concentrarsi maggiormente sull'insegnamento e sul mentoring. In sintesi, questo lavoro ha l'obiettivo di mostrare il potenziale dell'IA nel creare un sistema educativo più inclusivo ed efficace.

2. IA GENERATIVA: STATO DELL'ARTE

2.1. Definizioni e concetti chiave dell'intelligenza artificiale

I termini intelligenza artificiale, apprendimento automatico, Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL) sono diventati onnipresenti nel campo tecnologico in rapida evoluzione e sono spesso usati in modo intercambiabile nel linguaggio quotidiano (Zeadally *et al.*, 2020; Guettala *et al.*, 2024). Nonostante le connessioni tra questi termini, essi si riferiscono a diversi livelli di un ambito disciplinare in continua evoluzione nel campo dell'elaborazione intelligente dei dati. La comprensione delle relazioni fondamentali tra questi livelli appare essenziale per un'analisi approfondita dei concetti relativi agli algoritmi, alle reti neurali e alle previsioni basate sui dati. Tale conoscenza diviene particolarmente rilevante nel contesto di applicazioni avanzate e potenti, come quelle rappresentate dall'IA generativa. L'analisi prende avvio dal contesto storico e teorico in cui tali concetti si sono sviluppati, per poi proseguire con un esame più approfondito.

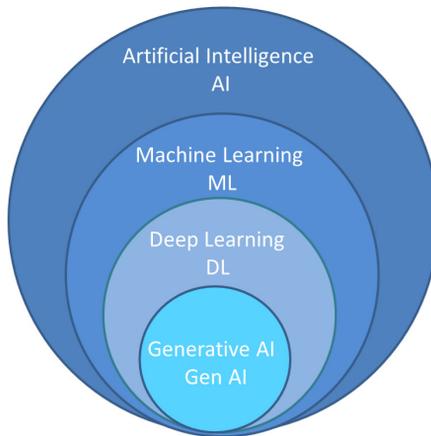


Figura 1. – Struttura gerarchica delle tecnologie dell'intelligenza computazionale.

La Figura 1 illustra la relazione gerarchica tra questi concetti e l'evoluzione di varie tecnologie nel tempo, dall'IA generale ad applicazioni più specializzate:

- *Intelligenza artificiale - Artificial Intelligence (AI)* – Questo campo dell'informatica si concentra sullo sviluppo di sistemi in grado di eseguire attività tipicamente svolte dagli esseri umani. Queste attività comprendono

tra le altre: la risoluzione di problemi, la comprensione del linguaggio naturale, il riconoscimento di modelli e infine esser capaci di prendere decisioni (Khanzode & Sarode, 2020).

- *Apprendimento automatico - Machine Learning (ML)* – L'intelligenza artificiale comprende questo campo affascinante in cui algoritmi e modelli statistici consentono di eseguire attività «intelligenti» specifiche in base a modelli e inferenze derivati dai dati (Zhou, 2021).
- *Apprendimento profondo - Deep Learning (DL)* – Questo termine si riferisce a una branca dell'intelligenza artificiale che utilizza reti neurali artificiali con molti strati (da qui il termine «profondo») per analizzare e interpretare grandi quantità di dati. Questi modelli sono ispirati alla struttura e al funzionamento del cervello umano, in particolare alle interconnessioni dei neuroni (Le Cun *et al.*, 2015).
- *Intelligenza artificiale generativa - GenAI* – Nel contesto del deep learning, l'IA generativa si riferisce a modelli e algoritmi specificamente progettati per generare nuovi contenuti o dati che assomigliano ai dati di training originali. Catturano e replicano i modelli, le strutture e le distribuzioni sottostanti di questi dati (Cao *et al.*, 2023). Il processo di apprendimento dai contenuti esistenti è noto come training e si traduce nello sviluppo di un modello statistico. Quando viene fornito un prompt, l'IA generativa utilizza questo modello statistico per prevedere quale potrebbe essere una risposta prevista, il che si traduce nella generazione di nuovi contenuti (Brynjolfsson *et al.*, 2023).

Una distinzione importante che viene fatta nell'intero campo dell'apprendimento automatico è quella tra apprendimento supervisionato e non supervisionato:

- *Apprendimento supervisionato - Supervised learning* – I modelli vengono addestrati utilizzando dati etichettati (Cunningham *et al.*, 2008). Ciò comporta l'associazione di ogni campione di input dal set di dati di training con il suo corrispondente output corretto. L'obiettivo principale è ottenere informazioni sulla correlazione tra input e output, il che facilita la generazione di previsioni accurate su dati nuovi (Hastie *et al.*, 2009).
- *Apprendimento non supervisionato - Unsupervised learning* – Funziona in assenza di dati etichettati. I pattern o gli schemi sottostanti all'interno del dataset sono ciò che il modello mira a discernere. Questo approccio di apprendimento è realizzato con tecniche come il *clustering k-means* (Pham *et al.*, 2005) e l'analisi delle componenti principali – *Principal Component Analysis (PCA)* (Wetzel, 2017). Scoprire pattern o schemi nascosti nei dati senza fare affidamento su etichette predefinite è l'obiettivo principale.

I modelli generativi sono indipendenti sia dall'apprendimento supervisionato che da quello non supervisionato (Hitawala, 2018). Sebbene

possano essere addestrati senza supervisione, il loro obiettivo principale è diverso (Han *et al.*, 2018). I modelli generativi si concentrano sulla cattura della distribuzione di probabilità dei dati sottostanti, piuttosto che sulla semplice catalogazione o sull'identificazione della struttura dei dati (Peis *et al.*, 2023). Una volta appresa la distribuzione, il modello può generare nuove istanze di dati che assomigliano molto ai dati di addestramento (Nah *et al.*, 2023). Possono generare contenuti nuovi e verosimili, sia sotto forma di immagini, testo, video, codice o qualsiasi altro tipo di dati (Zhang *et al.*, 2023). I modelli generativi mantengono elementi tradizionali dell'apprendimento automatico, come training e dati etichettati, ma includono anche l'uso di dati non etichettati. Questa inclusione consente l'integrazione di modalità di apprendimento supervisionate e non supervisionate. I dati non etichettati vengono immessi anche loro nel modello di base, per generare una varietà di forme realistiche di contenuto (testo, codice e immagini). Il modello generativo ha la capacità di produrre nuovi contenuti. Questo aspetto generativo rappresenta una differenza significativa rispetto alle capacità predittive o di clustering dei modelli basati esclusivamente sull'apprendimento supervisionato o non supervisionato. In breve, mentre il modello tradizionale di apprendimento automatico si basa principalmente sull'apprendimento supervisionato, il modello generativo adotta una visione più olistica. Comprende sia l'apprendimento supervisionato che quello non supervisionato e si contraddistingue per le sue capacità generative. *L'IA generativa non solo impara e comprende, ma crea anche, aprendo la strada a una nuova frontiera nell'IA.*

2.2. Intelligenza artificiale predittiva e intelligenza artificiale generativa

I modelli *predittivi* (Zheng *et al.*, 2023) sono in grado di stabilire confini decisionali tra classi distinte nei dati di input. Questi modelli includono la regressione logistica (Kleinbaum & Klein, 2002), la regressione lineare (Weisberg, 2005), gli alberi decisionali (Magee, 1964), le reti neurali (Abdi *et al.*, 1999) e altri ancora. I modelli discriminativi danno priorità alla classificazione accurata degli elementi di dati in base alle loro caratteristiche (Zheng *et al.*, 2023), piuttosto che alla modellazione di intere distribuzioni di dati. Le attività di classificazione comprendono un'ampia gamma di applicazioni, tra cui la categorizzazione delle immagini, l'analisi del *sentiment* o anche il rilevamento dello *spam*. I modelli *generativi*, in genere caratterizzati da reti neurali quali gli *autoencoder variazionali* – *Variational AutoEncoder* (VAE) (Girin *et al.*, 2021) e le reti generative antagoniste – *Generative Adversarial Network* (GAN) (Goodfellow *et al.*, 2020). Queste

ultime, in particolare, sono composte da due modelli che competono tra loro: un *generatore*, che crea dati falsi, e un *discriminatore*, che cerca di distinguere tra dati reali e falsi. Questo processo di competizione migliora continuamente la qualità dei dati generati. I modelli generativi possiedono la capacità unica di creare nuovi campioni che imitano le caratteristiche ricavate dai dati di training (Regenwetter *et al.*, 2022). La loro utilità abbraccia un ampio spettro di domini, tra cui la sintesi di immagini, la generazione di testo e il rilevamento di anomalie. Oltre a generare nuovi campioni di dati, i modelli generativi possono estrarre la distribuzione di probabilità congiunta dei dati di input e output. Al contrario, i modelli predittivi vengono utilizzati per ordinare i dati in gruppi e concentrarsi sulla scoperta del confine decisionale che separa le classi.

2.3. Concetti caratterizzanti l'IA generativa

A questo punto è utile introdurre brevemente alcuni concetti di base, come i *modelli fondazionali* (Moor *et al.*, 2023), il *pre-addestramento* (Radford *et al.*, 2018), il *fine-tuning* (Han *et al.*, 2024), i *prompt* (Han *et al.*, 2024), la *regolazione dei parametri* (Peeperkorn *et al.*, 2024) e l'*overfitting* (Variš & Bojar, 2021) per orientarsi in questo campo complesso.

- *Foundation models (Modelli di base o Modelli fondazionali)* – Questi modelli sono grandi reti neurali pre-addestrate su una vasta quantità di dati e possono essere adattati a una varietà di compiti specifici con un ulteriore addestramento.
- *Pre-training (Pre-addestramento)* – Questo concetto si riferisce alla fase iniziale in cui un modello di intelligenza artificiale viene addestrato su un ampio set di dati generici prima di essere ulteriormente addestrato (*fine-tuning*) su un set di dati specifici per un compito particolare.
- *Fine-tuning (Regolazione fine)* – Si riferisce al processo di adattamento di un modello pre-addestrato su un set di dati specifici per migliorare le sue prestazioni su un compito specifico. Dopo il pre-training iniziale, i parametri del modello vengono aggiornati utilizzando dati specifici dell'attività specifica, a un tasso di apprendimento ridotto.
- *Prompts (Istruzioni)* – Per l'IA generativa, un *prompt* è un insieme di istruzioni in input al modello, per produrre risultati che soddisfino determinati requisiti (Heston & Khun, 2023). I prompt possono essere qualsiasi cosa, da semplici messaggi di testo a istruzioni più complicate o dati di condizionamento, in base al modello e al risultato desiderato. Supportare il processo di generazione per procedere rapidamente e ottenere una risposta appropriata del modello dipende dalla creazione di

prompt ottimali. Possono essere *zero-shot* (Fahes *et al.*, 2023), *one-shot* (Fahes *et al.*, 2023) e *few-shot* (Schick & Schütze, 2022). *Zero-shot* prevede di formulare una domanda a un modello e aspettarsi che fornisca contenuti pertinenti, senza dover fornire alcun esempio extra. Una singola istanza di esempio del risultato atteso viene invece fornita in una richiesta *one-shot*. I prompt *few-shot* forniscono infine un breve elenco di esempi o casi correlati all'output desiderato.

- *Parametri* – La regolazione dei parametri è cruciale per determinare il funzionamento e le capacità dei grandi modelli linguistici – *Large Language Models* (LLM). In questo contesto, i parametri sono gli elementi personalizzabili nel modello, che vengono regolati durante l'addestramento per migliorarne le prestazioni nelle attività di elaborazione del linguaggio naturale (Shoeybi *et al.*, 2019). I criteri solitamente comprendono:
 - le matrici di incorporamento (*embedding matrices*) (Hoffmann *et al.*, 2022) vengono utilizzate per rappresentare parole o token come vettori densi in uno spazio ad alta dimensione, il che aiuta a migliorare la comprensione semantica;
 - i meccanismi di attenzione (*attention mechanisms*) sono responsabili del controllo della capacità di un modello di concentrarsi su segmenti importanti di sequenze di input; ciò è particolarmente importante per attività come la traduzione automatica e la sintesi (Wang *et al.*, 2019);
 - le funzioni di normalizzazione e attivazione degli strati sono fondamentali per mantenere un training stabile e una propagazione efficiente del segnale all'interno del modello (Ding *et al.*, 2023).

La selezione e l'ottimizzazione di questi parametri hanno un impatto sostanziale sulle prestazioni del modello, in particolare su accuratezza e velocità di inferenza. In pratica, è fondamentale comprendere e ottimizzare questi fattori per personalizzare modelli linguistici enormi per usi specifici e migliorarne l'efficacia.

- *Sovradattamento (Overfitting)* – L'*overfitting* nei grandi modelli linguistici (LLM) si riferisce al fenomeno in cui un modello è troppo complesso e si adatta troppo bene ai dati di addestramento, perdendo la capacità di generalizzare bene su nuovi dati (Zhu & Rao, 2023). Questo fenomeno può avere un'influenza sostanziale sull'affidabilità e l'efficienza degli LLM in casi concreti. Gli elementi che contribuiscono al sovradattamento nei modelli di regressione lineare includono:
 - *Complessità del modello* – Modelli con molti parametri e livelli tendono a conservare informazioni irrilevanti dai dati di training.
 - *Dimensione del set di dati di training* – Un set di dati di training troppo piccolo rispetto alla complessità del modello può peggiorare il sovradattamento e limitare la capacità di generalizzazione.

- *Configurazione dei parametri e durata del training* – Una configurazione non ottimale dei parametri o periodi di training troppo lunghi possono rendere il modello troppo specializzato sui dati di training.

3. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE GENERATIVA: MODELLI OPERATIVI PER IL MONDO EDUCATIVO

I recenti sviluppi dell'intelligenza artificiale generativa (IA generativa), in particolare attraverso modelli di linguaggio di grandi dimensioni come GPT-3 e GPT-4 di OpenAI, stanno trasformando radicalmente il settore educativo. Da un lato, queste innovazioni offrono opportunità senza precedenti per migliorare l'insegnamento, consentendo la creazione di sistemi collaborativi uomo-macchina che possono fungere da tutor personalizzati per gli studenti e assistenti per gli educatori, favorendo così un apprendimento più efficace. Dall'altro, l'IA generativa facilita la personalizzazione dei percorsi d'apprendimento, offrendo riscontro immediato e adattando i contenuti in modo dinamico, con l'obiettivo di rendere l'interazione più coinvolgente e mirata. Tuttavia, queste tecnologie pongono sfide significative che richiedono una regolamentazione attenta del loro utilizzo in scuole e università. Da questa evoluzione emergono due paradigmi principali: (I) il supporto che l'IA generativa può offrire al mondo dell'educazione, e (II) il contributo che il mondo dell'educazione può fornire per lo sviluppo dell'IA generativa (Denny *et al.*, 2024). Nel primo paradigma, indicato come GAI→ED, l'attenzione è focalizzata sull'impiego delle recenti innovazioni dell'IA generativa per migliorare le attuali tecnologie educative. I principali temi affrontati includono: (i) l'esplorazione delle capacità dell'IA generativa in scenari educativi innovativi, come la generazione di contenuti personalizzati e la valutazione automatica; (ii) l'analisi di sistemi collaborativi uomo-macchina, in cui i modelli generativi assumono ruoli diversi, come tutor digitali, assistenti o colleghi; (iii) la condivisione di punti di vista, idee innovative ed esperienze concrete sull'utilizzo dell'IA generativa in contesti educativi reali. Il secondo paradigma, denominato ED→GAI, pone al centro le sfide emergenti nel settore educativo, derivanti dalla crescente adozione dell'IA generativa, e si concentra su come mitigare tali problematiche utilizzando protocolli innovativi e tecniche normative. Tra i temi principali affrontati figurano: (i) lo sviluppo di nuove tecniche di istruzione dei modelli e ottimizzazione avanzata volte a garantire che gli output generati dall'IA siano privi di distorsioni o informazioni errate; (ii) l'elaborazione di metodi innovativi per verificare l'autenticità

dei contenuti, inclusa la capacità di distinguere se un elaborato è stato prodotto da un essere umano o da un modello di IA. Inoltre, questo paradigma promuove una migrazione di protocolli e *best practice* già utilizzati in ambito educativo, con l'obiettivo di ottimizzare e regolare l'uso dell'IA generativa. L'adozione di framework, ossia strumenti che forniscono una struttura metodologica chiara e coerente per l'integrazione dell'IA generativa nell'educazione, sta assumendo un'importanza sempre più rilevante per garantire un uso efficace, etico e strategico di tali tecnologie. Questi strumenti consentono a educatori e progettisti didattici di implementare l'IA in modo controllato, mirato e adattabile alle esigenze specifiche dell'ecosistema educativo. La crescente complessità dei sistemi di IA e il loro potenziale impiego nel contesto didattico richiedono, infatti, un approccio strutturato, capace di evitare l'improvvisazione e di valorizzare i benefici offerti da queste tecnologie, minimizzando al contempo i rischi di natura etica e pedagogica. In questo contesto, il framework IDEE (Su & Yang, 2023) rappresenta un approccio orientato all'uso consapevole dell'IA generativa in ambito educativo garantendo allo stesso tempo un approccio consapevole e responsabile. IDEE si articola in quattro fasi chiave.

- (i) *Identify desired outcomes* – La prima fase richiede agli educatori di chiarire quali siano i risultati attesi dall'integrazione dell'IA generativa nel contesto educativo. Questa identificazione è fondamentale per evitare un uso indiscriminato della tecnologia e per focalizzare le sue applicazioni su obiettivi concreti, come il miglioramento della personalizzazione dell'insegnamento o l'automazione di compiti ripetitivi, mantenendo il focus sugli studenti e sulle loro esigenze.
- (ii) *Determine appropriate level of automation* – In questa fase, il framework suggerisce di stabilire il livello di automazione più adeguato al contesto specifico. Non tutti i compiti educativi devono essere automatizzati, ed è importante capire dove l'IA può fornire un valore aggiunto senza compromettere l'importanza dell'interazione umana. Ad esempio, l'IA generativa può essere utile per generare contenuti educativi o fornire riscontro rapido, ma l'insegnamento e la valutazione possono richiedere l'intervento umano per garantire una comprensione approfondita.
- (iii) *Ensure ethical considerations* – Il framework sottolinea l'importanza di considerare le implicazioni etiche legate all'uso di modelli di IA generativa come ChatGPT. Tra le questioni principali emergono il rispetto della privacy, l'eliminazione di distorsioni e contenuti discriminatori, e la necessità di garantire un uso trasparente di questi strumenti. Gli educatori devono essere consapevoli dei potenziali rischi e fare in modo che l'IA venga utilizzata in modo da rispettare i diritti degli studenti e promuovere un ambiente di apprendimento inclusivo.

(iv) *Evaluate effectiveness* – Infine, il framework richiede una valutazione costante dell'efficacia dell'IA generativa nel contesto educativo. È essenziale monitorare i risultati per verificare se gli obiettivi inizialmente fissati sono stati raggiunti e se l'uso della tecnologia ha effettivamente migliorato l'apprendimento degli studenti. Questo passaggio implica anche la raccolta di feedback dagli utenti (studenti e docenti) per ottimizzare continuamente l'uso della tecnologia.

D'altra parte, Blagoev, Vassileva e Monov (2023) adottano un approccio più tecnico e operativo, mirato a sfruttare le capacità dell'IA generativa per creare corsi online interattivi e strutturati. Anche questo framework si articola in quattro fasi principali.

- (i) *Generating content based on AI* – La prima fase del framework riguarda l'automazione della generazione di contenuti didattici attraverso modelli di IA. Questi strumenti permettono di creare rapidamente testi educativi, spiegazioni, esempi e casi d'uso, rispondendo alle necessità di creare contenuti aggiornati, pertinenti e coerenti.
- (ii) *Dividing content into small, independent bites of knowledge* – Il framework enfatizza il concetto di *microlearning*, suddividendo i contenuti didattici in piccole unità auto conclusive. Questo approccio è pensato per facilitare l'apprendimento graduale e permettere agli studenti di assimilare concetti complessi in modo più agevole. La suddivisione dei contenuti in blocchi indipendenti migliora anche la personalizzazione dell'insegnamento, poiché i moduli possono essere adattati alle specifiche esigenze di apprendimento degli studenti.
- (iii) *Dividing the small bites into different content types* – Una volta suddivisi i contenuti in unità di conoscenza, l'IA è in grado di identificare e suggerire diversi formati per ciascun blocco di contenuti. Questo potrebbe includere paragrafi di testo, immagini, citazioni, diagrammi, titoli e sottotitoli. Questa diversificazione permette di affrontare i vari stili di apprendimento, offrendo agli studenti una gamma di modalità didattiche che possono facilitare la comprensione e la memorizzazione dei concetti.
- (iv) *Generating the design of course screens, including interactions and visual assets* – L'ultima fase si concentra sull'implementazione di un design interattivo e visivamente accattivante per i corsi online. L'IA genera elementi visivi e interattivi, come pop-up e flashcard, che migliorano il coinvolgimento degli studenti e facilitano il trasferimento delle conoscenze. Questa fase sfrutta l'automazione per creare un'esperienza di apprendimento immersiva e personalizzata, consentendo agli studenti di esplorare i contenuti in maniera dinamica e autonoma.

Il framework GAIDE (Dickey & Bejarano, 2023) è un approccio strutturato volto a integrare l'IA generativa nello sviluppo di contenuti per corsi universitari, basato su metodologie educative consolidate. Il framework segue una sequenza di fasi ben definite, allineate al metodo di progettazione didattica basato sugli obiettivi formativi. Il framework persegue un duplice obiettivo: ottimizzare lo sviluppo dei contenuti didattici e garantire la coerenza pedagogica. Il primo obiettivo viene raggiunto attraverso un processo più efficiente di creazione del materiale educativo, consentendo agli educatori di generare contenuti dinamici, diversificati e facilmente aggiornabili. Il secondo obiettivo è perseguito mediante l'applicazione di una serie di tecniche che permettono all'IA di produrre contenuti in linea con i risultati di apprendimento previsti. Il framework si articola in diverse fasi: (i) la definizione degli obiettivi formativi, (ii) la generazione dei contenuti del corso, (iii) un processo di affinamento iterativo su scala macro e micro, (iv) il mantenimento dell'integrità contestuale e (v) infine il consolidamento delle informazioni generate. Nella fase iniziale (i), l'educatore stabilisce gli obiettivi di apprendimento e fornisce all'IA informazioni contestuali rilevanti, come il livello di preparazione degli studenti, il loro percorso accademico e le aspettative del corso. Successivamente (ii), l'IA genera una bozza preliminare del materiale didattico, che può includere schemi di lezioni o esercizi, con una visione d'insieme che verrà successivamente perfezionata. Nella terza fase (iii), l'affinamento avviene su due livelli: macro e micro. L'affinamento su scala macro si concentra sull'adeguamento complessivo dei contenuti, apportando modifiche su intere sezioni per garantire l'allineamento con le aspettative, gli obiettivi di apprendimento (*Learning Objectives* – LO) e il contesto delineato. In questa fase, eventuali dettagli non perfettamente conformi agli obiettivi possono essere tralasciati, poiché verranno affinati nella successiva fase micro. Quando la struttura generale è soddisfacente, si passa all'affinamento su scala micro, che prevede la perfezione di specifiche sezioni o sottosezioni e domande, tramite istruzioni mirate per il modello. Le fasi finali (iv-v) riguardano il mantenimento della coerenza contestuale e il consolidamento delle informazioni. È essenziale preservare l'integrità del contesto per evitare che le modifiche apportate in una parte compromettano altre sezioni. Durante il processo di affinamento iterativo, emergono due problematiche principali: il «mescolamento dei contesti» e la «perdita di focus». Il primo si riferisce alla fusione di contesti eterogenei che non condividono lo stesso ambito di riferimento, mentre il secondo riguarda la riduzione della capacità del modello di eseguire i compiti secondo le istruzioni fornite. Per mitigare il mescolamento dei contesti, è fondamentale stabilire transizioni chiare tra le sezioni e rafforzare periodicamente le etichette contestuali, come gli

obiettivi di apprendimento e le sezioni considerate. In caso di perdita di focus, può essere utile effettuare un reset completo del contesto, avviando una nuova sessione e reintroducendo le informazioni pertinenti. A causa di questo approccio segmentato, è consigliabile mantenere un documento dedicato per raccogliere e perfezionare gli output, assicurando una struttura coesa e ben organizzata. Sebbene l'obiettivo principale del framework non sia la creazione di un intero corso da zero mediante IA generativa, il potenziale di queste tecnologie nella pianificazione didattica merita attenzione. Una volta definiti gli obiettivi di apprendimento, le linee guida e i criteri di valutazione, l'IA generativa è in grado di elaborare piani completi delle attività del corso in una singola sessione.

Dalle ricerche condotte non emerge l'esistenza di un framework ad alto livello per l'uso dell'IA generativa nel settore dell'istruzione che sia applicabile in modo universale, senza dipendere da uno specifico caso d'uso. Gli approcci attualmente disponibili risultano prevalentemente orientati all'integrazione dell'IA generativa in contesti educativi specifici, con soluzioni mirate a rispondere a particolari sfide e a ottimizzare l'apprendimento in determinati ambiti o corsi. Pertanto, non esiste un framework standardizzato che consenta di sfruttare appieno il potenziale dell'IA generativa nel settore educativo in maniera trasversale, indipendentemente dalle peculiarità di ciascun contesto. Questa mancanza costituisce una sfida rilevante per la comunità educativa, che deve ancora definire modalità consolidate per integrare le tecnologie di IA generativa in modo globale e strutturato, in grado di adattarsi a una pluralità di contesti educativi senza restrizioni specifiche.

4. CASI D'USO E STRUMENTI

L'integrazione dell'IA generativa nel contesto educativo rappresenta una delle evoluzioni tecnologiche più significative degli ultimi anni, con il potenziale di trasformare profondamente vari aspetti dei processi di insegnamento e apprendimento. Tecnologie avanzate come i modelli di linguaggio di grandi dimensioni (*Large Language Models*, LLM), le reti generative antagoniste (*Generative Adversarial Networks*, GAN) e i modelli di diffusione aprono nuovi orizzonti per la creazione automatizzata di contenuti, la personalizzazione dei percorsi didattici e l'ottimizzazione delle valutazioni. Inoltre, l'adozione di queste tecnologie consente di ampliare l'accesso ai contenuti educativi, permettendo a milioni di studenti di beneficiare contemporaneamente di risorse di alta qualità. Ciò contribuisce in modo

significativo alla democratizzazione dell'istruzione, abbattendo le barriere legate alla disponibilità e alla localizzazione delle risorse (Dewey, 2018; Spadafora, 2018; De Luca *et al.*, 2023). L'integrazione dell'IA generativa non solo rivoluziona la creazione di contenuti e la valutazione degli studenti, ma svolge un ruolo cruciale nell'implementazione dell'apprendimento adattivo e personalizzato, due approcci innovativi che stanno trasformando il processo educativo. L'apprendimento adattivo rappresenta una nuova metodologia didattica che si adatta continuamente alle prestazioni di ciascuno studente. Attraverso l'utilizzo di algoritmi avanzati e l'analisi dei dati, questo approccio monitora costantemente le interazioni, le risposte e i progressi dello studente, modificando il contenuto, il livello di difficoltà e le risorse in base alle sue necessità. In questo modo, il percorso di apprendimento tiene conto delle conoscenze e competenze attuali dello studente, promuovendo un apprendimento più mirato ed efficace. Questa capacità di adattamento dinamico consente di ottimizzare il processo formativo, migliorando sia l'efficacia dell'insegnamento che i risultati scolastici. Diversamente dai metodi tradizionali, l'apprendimento personalizzato si focalizza sulla creazione di un percorso educativo unico per ciascuno studente, basato non solo sulle sue preferenze accademiche, ma anche sui suoi obiettivi personali, stile di apprendimento e ritmo ideale. L'integrazione dell'IA generativa nell'istruzione ha portato alla definizione di una tassonomia di applicazioni chiave che evidenziano l'ampia gamma di impatti di queste tecnologie nei contesti educativi. Di seguito vengono analizzate le principali aree di intervento dell'IA generativa.

- *Generazione automatica di contenuti educativi* – Uno dei contributi più rilevanti dell'IA generativa nel settore dell'istruzione è la capacità di creare autonomamente contenuti personalizzati. Modelli come GPT-3 e GPT-4 sono in grado di generare testi, spiegazioni, esercizi e risorse didattiche su misura, in base alle specifiche esigenze degli studenti. Questa funzionalità è particolarmente utile per la produzione di materiali didattici relativi ad argomenti complessi o settori di nicchia, riducendo il carico di lavoro degli insegnanti e consentendo loro di dedicarsi ad altre attività educative.
- *Personalizzazione dei percorsi di apprendimento* – La personalizzazione è una delle aree in cui l'IA ha avuto il maggiore impatto. L'IA generativa, integrata con l'analisi dei dati sugli studenti, consente la creazione di percorsi di apprendimento adattivi, che si evolvono in base ai progressi individuali degli studenti. Ciò significa che il contenuto didattico, la difficoltà degli esercizi e il ritmo di apprendimento possono essere modificati in tempo reale per rispondere alle esigenze specifiche di ciascun discente, rendendo l'apprendimento più efficiente e coinvolgente.

- *Supporto alla valutazione e feedback automatizzato* – Un altro ambito in cui le tecnologie generative mostrano grande potenziale è l'automatizzazione dei processi di valutazione. Grazie alla capacità di comprendere e analizzare testi, queste tecnologie possono essere utilizzate per correggere compiti, esami o esercizi, fornendo riscontri immediati e personalizzati. Ad esempio, i modelli sono in grado di correggere saggi o risposte aperte, evidenziando errori e suggerendo miglioramenti in tempo reale. Ciò non solo riduce il carico di lavoro degli insegnanti, ma consente agli studenti di ricevere un riscontro tempestivo, essenziale per un apprendimento efficace. Inoltre, i modelli possono adattare il feedback in base al livello di competenza dello studente, facilitando un apprendimento continuo e progressivo.
- *Sostegno all'inclusione educativa* – Le tecnologie generative possono anche svolgere un ruolo cruciale nel promuovere l'inclusione nell'istruzione. Attraverso l'uso di tecniche di elaborazione del linguaggio naturale, è possibile generare contenuti accessibili per studenti con disabilità o provenienti da contesti culturali diversi. Ad esempio, la creazione automatizzata di trascrizioni o traduzioni in tempo reale può migliorare l'accessibilità per studenti non madrelingua o con difficoltà sensoriali. Questi strumenti possono inoltre adattare i contenuti educativi alle esigenze culturali o linguistiche specifiche degli studenti, riducendo le barriere all'accesso all'istruzione e promuovendo un ambiente di apprendimento più equo e inclusivo.

La *Tabella 1* riporta un confronto tra i metodi di IA generativa, a supporto delle attività educative, e i metodi tradizionali.

Tabella 1. – Confronto metodi di IA generativa e metodi tradizionali.

| PROPRIETÀ | IA GENERATIVA A SUPPORTO DELL'ISTRUZIONE | METODI TRADIZIONALI |
|--------------------------------|---|--|
| Creazione contenuti | Automatizzata | Manuale |
| Adattabilità | In tempo reale, in base alle informazioni ottenute | Limitata a valutazioni periodiche umane |
| Scalabilità | Alta | Bassa |
| Monitoraggio delle performance | Continuo | Periodico |
| Feedback | Immediato | Ritardato |
| Personalizzazione | Alta | Bassa |
| Limitazioni etiche | Rischio di bias, pregiudizi e mancanza di trasparenza | Possibile disuguaglianza nell'accesso alle attività didattiche, sebbene caratterizzate da una maggiore trasparenza |

Tabella 2. – Lavori accademici analizzati.

| TITOLO | CONTRIBUTO PRINCIPALE | TECNICHE, STRUMENTI E PIATTAFORME DI IA GENERATIVE UTILIZZATE | APPLICAZIONE DELLE TECNOLOGIE | RISULTATI E CONCLUSIONI |
|--|---|---|---|---|
| <p><i>Prototyping the use of Large Language Models (LLMs) for adult learning content creation at scale</i> (Leiker et al., 2023)</p> | <p>Il paper esamina l'uso dei modelli linguistici di grandi dimensioni (LLMs) nella creazione di contenuti didattici per corsi asincroni rivolti all'apprendimento degli adulti. Grazie a un approccio «human-in-the-loop», si dimostra che l'impiego degli LLMs può velocizzare il processo di sviluppo dei corsi fino a 25 volte rispetto ai metodi tradizionali, senza comprometterne la qualità.</p> | <p>È stato utilizzato il modello linguistico GPT-3.5 di OpenAI con l'ausilio di tecniche di prompt engineering, per generare contenuti didattici, mantenendo un approccio «human-in-the-loop» per garantire coerenza e qualità. Inoltre, viene utilizzato il tool Synthesia, una piattaforma di IA generativa, per la creazione di video lezioni. Infine, è stata utilizzata la piattaforma Storyline 360 per l'assemblaggio del corso.</p> | <p>Le tecnologie sono state applicate per progettare un corso di 1,5 ore su «Concetti di base dei sistemi elettrici», destinato a professionisti nel settore delle energie rinnovabili. L'uso degli LLMs ha consentito di creare contenuti testuali, script video e attività interattive, riducendo il coinvolgimento necessario degli esperti di materia e accelerando il processo di progettazione didattica.</p> | <p>I risultati mostrano che i contenuti generati tramite LLMs hanno raggiunto livelli di accuratezza e chiarezza comparabili a quelli creati con metodi tradizionali. Sebbene l'accuratezza fosse leggermente inferiore (86,3% rispetto al 91,3%), il corso ha superato il tradizionale in termini di chiarezza (88% contro 82,3%), evidenziando il potenziale degli LLMs, con l'adeguato input umano, per la creazione di contenuti educativi di alta qualità.</p> |
| <p><i>Harnessing LLMs in curricular design: Using GPT-4 to support authoring of learning objectives</i> (Sridhar et al., 2023)</p> | <p>Il paper dimostra come gli LLMs, in particolare GPT-4, possano essere utilizzati per supportare la creazione automatica di obiettivi di apprendimento (Learning Objectives, LOs) nei corsi universitari. Questo approccio automatizzato offre un valido supporto agli educatori nella progettazione dei corsi, riducendo il carico di lavoro e migliorando l'efficienza, senza compromettere la qualità dei risultati.</p> | <p>Viene utilizzato il modello GPT-4 di OpenAI. Attraverso il prompt engineering, GPT-4 viene guidato a generare LOs che seguono le best practice dettate dalla tassonomia di Bloom, assicurandosi che gli obiettivi di apprendimento siano chiari, misurabili e appropriati per il livello cognitivo richiesto.</p> | <p>Le tecnologie sono state utilizzate per automatizzare la creazione di LOs sia per moduli concettuali che per progetti pratici.</p> | <p>I risultati mostrano che gli obiettivi di apprendimento generati da GPT-4 sono appropriati e conformi agli standard educativi. L'integrazione di LLMs nel design curricolare può quindi migliorare l'efficienza e la qualità della progettazione dei corsi, con implicazioni positive per l'automazione dell'educazione.</p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| <p><i>GPTutor: Great personalized tutor with large language models for personalized learning content generation</i> (Chen <i>et al.</i>, 2024)</p> | <p>Il paper presenta GPTutor, una web application progettata per creare contenuti di apprendimento personalizzati utilizzando gli LLM, come GPT-4. Il principale contributo del paper è dimostrare come la personalizzazione dei contenuti educativi, basata sugli interessi e sugli obiettivi di carriera degli studenti, possa migliorare il coinvolgimento e l'efficacia dell'apprendimento.</p> | <p>GPTutor sfrutta GPT-4, un avanzato LLM, e tecniche di prompt engineering. Queste tecniche vengono applicate per generare contenuti educativi personalizzati.</p> | <p>Gli studenti possono inserire i propri interessi e obiettivi di carriera, consentendo a GPTutor di personalizzare i contenuti del corso in base a queste informazioni. Gli educatori possono caricare i materiali didattici, mentre GPT-4 genera contenuti specifici per ciascuno studente, offrendo un livello di personalizzazione superiore rispetto ai metodi educativi tradizionali.</p> | <p>GPTutor ha dimostrato di essere in grado di creare contenuti educativi personalizzati in modo efficace e scalabile. Il sistema ha superato con successo gli stress test per la gestione simultanea di un ampio numero di studenti, mantenendo elevate prestazioni. L'integrazione di modelli linguistici avanzati con architetture scalabili prefigura un futuro promettente per l'educazione personalizzata su larga scala.</p> |
| <p><i>The value, benefits, and concerns of generative AI-powered assistance in writing</i> (Li <i>et al.</i>, 2024)</p> | <p>Il paper esplora come gli assistenti basati su IA generativa, in particolare attraverso LLM, possano influenzare la percezione, la produttività e l'esperienza di scrittura degli utenti. Il principale contributo del paper è l'analisi del valore percepito dagli utenti riguardo l'assistenza offerta dall'IA e il modo in cui questa può migliorare o complicare il processo di scrittura. Il focus è posto sulla collaborazione tra l'essere umano e l'IA nella scrittura e sull'impatto che essa ha in vari contesti.</p> | <p>Il paper si basa principalmente su modelli di linguaggio di grandi dimensioni, come GPT-3 e GPT-4. Questi modelli sono stati impiegati per offrire due tipi di assistenza nella scrittura: la modifica e la generazione di contenuti. Le tecniche di «prompt engineering» sono utilizzate per garantire che l'IA fornisca assistenza adeguata al contesto richiesto dall'utente.</p> | <p>Le tecnologie sono state impiegate per agevolare la creazione di saggi argomentativi e storie creative. In particolare, ChatGPT ha supportato gli utenti migliorando i loro elaborati attraverso suggerimenti di modifica o generando bozze iniziali. Questo ha permesso un notevole risparmio di tempo e ha accresciuto la fiducia degli utenti, soprattutto nelle attività di scrittura creativa. Tuttavia, il paper evidenzia anche come l'automazione della generazione di contenuti possa ridurre il senso di appartenenza e la soddisfazione personale rispetto al lavoro svolto.</p> | <p>Il paper conclude che, sebbene l'assistenza dell'IA possa migliorare la produttività e ridurre il carico cognitivo in attività come la scrittura argomentativa, emergono preoccupazioni riguardo alla riduzione della diversità nei testi generati e alla diminuzione della responsabilità percepita dagli utenti sui contenuti prodotti. L'uso diretto dell'IA per la generazione di contenuti potrebbe inoltre compromettere la soddisfazione personale e limitare le capacità espressive creative degli utenti.</p> |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| <p><i>Emotion-Aware Multimedia synthesis: A generative AI framework for personalized content generation based on user sentiment analysis</i> (Sivasathiya et al., 2024)</p> | <p>Il paper presenta un framework innovativo che combina l'analisi delle emozioni con l'IA generativa per la creazione personalizzata di contenuti multimediali. Il contributo principale risiede nella capacità del sistema di interpretare e rispondere dinamicamente agli input emotivi degli utenti, generando contenuti quali immagini, video e musica che riflettono lo stato emotivo individuale. Questo approccio apre nuove prospettive nel campo dell'educazione, consentendo la creazione di contenuti didattici altamente personalizzati e adattivi, migliorando l'esperienza di apprendimento e il coinvolgimento degli studenti.</p> | <p>Il sistema proposto utilizza diverse tecniche avanzate di deep learning, tra cui reti generative avversarie condizionate (cGAN), modelli sequence-to-sequence con meccanismi di attenzione e Variational Autoencoders (VAE). L'analisi delle emozioni è integrata per garantire che i contenuti generati siano non solo pertinenti, ma anche in grado di risuonare emotivamente con l'utente, offrendo un'esperienza più personalizzata e coinvolgente.</p> | <p>Il framework permette la creazione di contenuti multimediali che si adattano in tempo reale alle emozioni espresse dall'utente, permettendo la personalizzazione delle esperienze di apprendimento. Materiali educativi, come video o presentazioni interattive, vengono modificati in base alle emozioni e alle preferenze dell'utente, migliorando il coinvolgimento e la comprensione. Le tecnologie integrate offrono un riscontro immediato, ottimizzando la dinamica dell'interazione didattica e favorendo un apprendimento più efficace e personalizzato.</p> | <p>Il sistema ha dimostrato la capacità di generare contenuti multimediali emotivamente rilevanti e personalizzati, sottolineando il potenziale dell'IA generativa nel creare esperienze educative più coinvolgenti e su misura per l'utente. Il paper conclude che l'integrazione dell'analisi delle emozioni nei processi generativi può migliorare significativamente l'efficacia dei contenuti educativi. Tuttavia, rimangono sfide legate alla riduzione delle distorsioni e alla gestione etica dei dati degli utenti, che richiedono ulteriori approfondimenti.</p> |
| <p><i>Scaling up mastery learning with generative AI: Exploring how generative AI can assist in the generation and evaluation of mastery quiz questions</i> (Hutt & Hieb, 2024)</p> | <p>Il paper propone l'uso dell'IA per ottimizzare l'efficienza nella creazione di contenuti educativi, con un focus specifico sul «mastery learning». L'introduzione di modelli linguistici generativi, come GPT-4, consente di automatizzare sia la creazione che la valutazione dei contenuti, riducendo significativamente il carico di lavoro per gli educatori e rendendo scalabile il modello di «mastery learning».</p> | <p>Il paper utilizza GPT-4 e il modello GPT-4 Turbo per generare domande a scelta multipla e quiz. Inoltre, viene adottata una tecnica di prompt engineering per migliorare la qualità delle domande prodotte. Viene utilizzato il modello di trascrizione di OpenAI Whisper, per la trasformazione di file multimediali in testo, al fine di facilitare l'elaborazione di contenuti multimediali per la creazione di quiz.</p> | <p>Il sistema di IA proposto è in grado di generare quiz basati su trascrizioni di lezioni e contenuti multimediali, offrendo agli insegnanti la possibilità di personalizzare i quiz in base al livello di difficoltà e alle competenze da valutare. Questo approccio consente di adattare i materiali didattici al ritmo di apprendimento individuale, fornendo un riscontro continuo, attraverso la generazione di quiz ripetuti fino al raggiungimento del livello di padronanza desiderato da ciascuno studente.</p> | <p>L'uso dell'IA generativa può migliorare la scalabilità del «mastery learning», automatizzando la creazione di contenuti didattici. Tuttavia, è necessario l'intervento umano per la revisione finale dei contenuti generati, al fine di garantire la qualità e l'accuratezza delle domande. Viene evidenziato il rischio di «allucinazioni» da parte del modello, ossia la generazione di informazioni non presenti nel materiale di riferimento, che richiede ulteriore attenzione nella supervisione del processo.</p> |

| | | | | |
|---|--|---|--|---|
| <p><i>Using generative AI for a graduate level capstone course design: A case study</i> (Lu et al., 2024)</p> | <p>Il paper esplora l'impiego di ChatGPT, un modello di IA generativa, nella progettazione di corsi per un programma di laurea in gestione tecnica ingegneristica. Il principale contributo consiste nell'introduzione di un approccio sperimentale che sfrutta ChatGPT per assistere gli educatori nella creazione di piani di valutazione, piani di studio e attività didattiche personalizzate. Questo metodo promette di migliorare l'efficienza e la qualità del design dei corsi, offrendo al contempo una valutazione critica delle limitazioni della tecnologia.</p> | <p>La tecnica principale descritta nel paper è l'uso di GPT-4 per generare piani di valutazione e di studio dettagliati. Il processo è ulteriormente migliorato attraverso l'impiego del prompt engineering, che permette di perfezionare le risposte di ChatGPT, garantendo output più pertinenti e adatti al contesto accademico, ottimizzando così il supporto offerto agli istruttori nella progettazione dei corsi.</p> | <p>Le tecnologie di IA generativa sono state utilizzate per creare rubriche di valutazione dettagliate e piani di studio personalizzati, rispondendo alle esigenze specifiche degli studenti del settore ingegneristico. ChatGPT è stato impiegato per sviluppare criteri di valutazione in linea con gli obiettivi di apprendimento e per suggerire attività educative personalizzate, come simulazioni di negoziazione e scenari di risoluzione dei conflitti, migliorando così la pertinenza e l'efficacia del materiale didattico.</p> | <p>Il paper conclude che ChatGPT si è rivelato uno strumento efficace per supportare la progettazione di corsi, migliorando l'efficienza nella creazione di rubriche e piani di studio. Tuttavia, l'intervento umano rimane essenziale per compensare le lacune conoscitive dell'IA e assicurare l'accuratezza e la completezza dei materiali didattici. Il paper evidenzia l'importanza di un'adozione responsabile della tecnologia, ponendo particolare attenzione all'integrità accademica e all'affidabilità dei contenuti generati dall'IA.</p> |
| <p><i>Generative Large Language Models for dialog-based tutoring: An early consideration of opportunities and concerns</i> (Nye et al., 2023)</p> | <p>Il paper esplora il potenziale degli LLM, come ChatGPT, nell'ambito dei sistemi di tutoraggio dialogico intelligente. Il contributo principale è l'analisi delle opportunità e dei rischi nell'uso dell'IA generativa a supporto dell'istruzione, in particolare nei compiti di generazione di contenuti, rilevazione di errori concettuali e valutazione di risposte brevi.</p> | <p>Sono utilizzati LLM come GPT-3 e GPT-4, a quali vengono applicati tecniche di prompt engineering per la classificazione di risposte brevi e la generazione semi-supervisionata di contenuti educativi. Vengono utilizzate metodologie di apprendimento profondo e reti neurali avanzate per ottimizzare la qualità dei contenuti generati. Inoltre, viene discussa OpenTutor, una piattaforma di tutoraggio basata su dialoghi, che integra questi modelli di linguaggio per facilitare la creazione di lezioni e l'automazione della valutazione delle risposte degli studenti.</p> | <p>L'IA generativa viene utilizzata per automatizzare il tutoraggio dialogico, generare contenuti didattici come domande e suggerimenti, e migliorare la valutazione delle risposte brevi. Ad esempio, ChatGPT è impiegato per classificare le risposte degli studenti e fornire giustificazioni per le valutazioni, facilitando l'interazione studente-tutor.</p> | <p>Il paper conclude che, nonostante il potenziale dell'IA generativa nel supportare l'apprendimento, restano sfide significative, tra cui la necessità di migliorare l'affidabilità delle risposte e ridurre le «allucinazioni». Un'importante preoccupazione riguarda il rischio di una «divisione digitale» dovuta all'accesso limitato a queste tecnologie avanzate. Il paper propone, infine, l'uso di modelli ottimizzati per rendere queste tecnologie più accessibili e ridurre il divario tecnologico.</p> |

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| <p><i>Generative AI for customizable learning experiences</i> (Pesovski et al., 2024)</p> | <p>Il paper introduce un approccio innovativo per la personalizzazione dei materiali didattici attraverso l'uso di IA generativa. È proposto un sistema integrato in un Learning Management System (LMS) che utilizza LLM, come GPT-4, per creare materiali didattici adattati agli interessi e agli stili di apprendimento degli studenti. Questo strumento rende la personalizzazione dell'apprendimento più accessibile e sostenibile, consentendo una creazione automatica di contenuti personalizzati.</p> | <p>La metodologia utilizzata si basa sull'integrazione del modello GPT-4 di OpenAI per generare contenuti didattici in più stili. Viene utilizzato anche il prompt engineering.</p> | <p>Le tecnologie di IA sono state utilizzate per creare materiali didattici in diversi formati, inclusi quiz a scelta multipla per facilitare l'autovalutazione degli studenti. Le diverse varianti dei materiali sono progettate per promuovere un apprendimento personalizzato, offrendo agli studenti la possibilità di scegliere lo stile che meglio si adatta ai loro interessi e modalità di apprendimento, migliorando così l'efficacia dell'esperienza formativa.</p> | <p>Il feedback degli studenti è stato positivo: hanno giudicato l'approccio interessante e coinvolgente, con un conseguente aumento del tempo dedicato allo studio. Sebbene i risultati siano limitati a causa del campione ridotto. Il paper offre indicazioni preziose su come l'IA generativa possa migliorare l'esperienza di apprendimento personalizzato, favorendo un maggiore coinvolgimento e facilitando la comprensione dei materiali didattici.</p> |
| <p><i>Could ChatGPT Imagine: Content control for artistic painting generation via large language models</i> (Lu et al., 2023)</p> | <p>Il paper esplora l'uso di LLM per assistere nella generazione di contenuti artistici. Sebbene il focus sia sull'arte, il contributo principale è nel supportare la creatività e l'ispirazione, aiutando a superare i limiti iniziali di idee incomplete fornite dagli utenti. Questo approccio potrebbe essere applicato nel contesto educativo per supportare la creazione di contenuti didattici visivi.</p> | <p>Il paper utilizza modelli linguistici generativi come GPT-3 e GPT-4 per trasformare idee di base in descrizioni dettagliate. Il processo si basa su tecniche di prompt engineering e sulla capacità di ChatGPT di generare descrizioni precise che possono essere poi utilizzate da modelli di generazione di immagini come Stable Diffusion per produrre opere d'arte.</p> | <p>Il paper mostra come l'uso di LLM possa migliorare la creazione di contenuti, come i dipinti, attraverso l'auto-generazione di dettagli che arricchiscono l'esperienza visiva. Nell'educazione, queste tecniche possono essere applicate per generare materiali didattici visivi su misura per le esigenze degli studenti, migliorando l'apprendimento personalizzato con contenuti dinamici e interattivi.</p> | <p>I risultati dimostrano che l'uso di LLM come ChatGPT migliora significativamente la qualità dei contenuti generati rispetto ai prompt di base, producendo dettagli più ricchi e una disposizione più logica degli elementi visivi. Il paper conclude che i modelli linguistici possono non solo assistere nella creazione artistica, ma anche essere applicati in contesti educativi per supportare l'insegnamento visivo, riducendo il carico di lavoro manuale e migliorando l'accessibilità e la creatività.</p> |

Nel contesto dell'analisi sull'applicazione dell'IA generativa nel settore educativo, si osserva un crescente interesse accademico verso le potenzialità trasformatrici di queste tecnologie. Numerosi studi hanno esaminato come l'IA generativa possa migliorare l'esperienza didattica attraverso lo sviluppo di strumenti adattivi e personalizzati per l'apprendimento. La *Tabella 2* sintetizza i principali contributi di una selezione di ricerche accademiche in questo ambito, ponendo particolare attenzione agli aspetti innovativi di ciascuno studio. Le cinque colonne della tabella includono: il titolo della ricerca, il contributo specifico apportato al settore dell'istruzione tramite l'uso dell'IA generativa, le tecniche utilizzate (ad es. modelli di deep learning o reti neurali) e le piattaforme o gli strumenti impiegati (come ChatGPT o DALL-E), le applicazioni pratiche delle tecnologie nei contesti educativi (quali la creazione di contenuti didattici personalizzati o la valutazione automatizzata degli studenti), nonché i risultati e le conclusioni tratte da ciascun studio. Questi dati forniscono una visione chiara e approfondita delle attuali innovazioni e del loro potenziale impatto sull'apprendimento.

5. CHALLENGES ETICHE E PRATICHE

L'adozione delle tecniche di IA generativa nel settore dell'istruzione offre nuove opportunità per personalizzare e adattare i percorsi formativi, sollevando al contempo rilevanti questioni etiche e pratiche. Da un lato, questi strumenti hanno il potenziale di trasformare profondamente il modo di apprendere, dall'altro, presentano rischi che richiedono una riflessione critica (Khowaja *et al.*, 2023). Uno dei principali problemi riguarda la violazione del diritto d'autore. I modelli linguistici, addestrati su contenuti educativi come programmi di studio o articoli scientifici, potrebbero riprodurre frasi o interi paragrafi presenti nei dati di addestramento, con conseguenti violazioni del diritto d'autore e possibili episodi di plagio. Per evitare tali situazioni, è necessario ottenere il consenso degli autori, rispettare i termini dei contenuti open-source, chiarire le condizioni d'uso e sensibilizzare gli utenti sulle problematiche legate al diritto d'autore. Un ulteriore rischio è rappresentato dalla possibilità che i modelli perpetuino e amplifichino i pregiudizi presenti nei dati di addestramento, influenzando negativamente i risultati educativi, soprattutto per quanto riguarda le minoranze culturali ed etniche. Per contrastare questo fenomeno, è essenziale utilizzare dati rappresentativi e diversificati, monitorare attentamente le prestazioni dei modelli e applicare tecniche di mitigazione di distorsioni, supportate da supervisione umana per garantire trasparenza. Inoltre, vi è il rischio che

gli studenti sviluppino una dipendenza eccessiva dai modelli, riducendo le loro capacità di pensiero critico e *problem solving*. Per affrontare questo problema, è fondamentale che gli studenti comprendano i limiti dei modelli e li utilizzino come strumenti di supporto, non come sostituti delle fonti autorevoli. Gli insegnanti devono sensibilizzare gli studenti riguardo ai potenziali errori e integrare attività che stimolino il pensiero critico e verifiche indipendenti nel percorso formativo. Per gli educatori, l'uso eccessivo di questi strumenti potrebbe limitare lo sviluppo della creatività e delle capacità critiche. È necessario che i modelli siano impiegati come strumenti complementari e non come sostituti dell'insegnamento umano. Le strategie per mitigare questo rischio includono la formazione continua sull'uso efficace dei modelli, l'integrazione di attività di *problem solving* nei curricula e la promozione di progetti creativi per gli studenti. Molti educatori, tuttavia, non dispongono ancora delle competenze necessarie per integrare efficacemente queste tecnologie. Diventa quindi imprescindibile lo sviluppo di nuove teorie educative, l'offerta di percorsi di formazione personalizzati e la promozione della collaborazione tra educatori per garantire un'integrazione efficace. Inoltre, la difficoltà nel distinguere tra contenuti generati dai modelli linguistici e testi scritti dagli studenti rappresenta una sfida crescente. È quindi necessario sviluppare tecnologie in grado di rilevare l'origine dei testi. Un'altra questione critica è la protezione dei dati degli studenti. È fondamentale elaborare politiche di sicurezza conformi alle normative, garantire trasparenza nei confronti di studenti e famiglie e adottare tecnologie avanzate per proteggere i dati da accessi non autorizzati. Infine, la verifica delle informazioni fornite dai modelli è cruciale per mantenere l'integrità dei contenuti, sebbene ciò comporti costi legati all'aggiornamento continuo dei modelli e alla verifica con fonti autorevoli. Educatori e studenti devono essere formati su come valutare e interpretare i risultati forniti dall'IA. In conclusione, dal punto di vista pedagogico, l'integrazione dell'IA deve bilanciare il contenuto generato automaticamente con il contributo umano, poiché l'educazione è un processo che si basa fortemente sulle interazioni personali e sull'empatia. Sebbene l'IA possa personalizzare i contenuti, non può replicare la comprensione e la motivazione che solo un educatore umano è in grado di offrire. L'IA dovrebbe pertanto essere considerata come uno strumento di supporto, non come un sostituto, con l'obiettivo di sollevare gli educatori dai compiti più ripetitivi, consentendo loro di concentrarsi su un insegnamento più profondo e sullo sviluppo di relazioni significative con gli studenti.

6. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Questo studio ha esplorato le possibili intersezioni tra l'IA generativa e il mondo della didattica, proponendo ipotesi su come questa tecnologia possa trasformare il panorama educativo. Le tendenze emergenti nell'IA generativa per l'educazione indicano un crescente utilizzo di modelli avanzati per personalizzare l'apprendimento. Le tecnologie correlate all'IA generativa hanno reso possibile realizzare contenuti educativi altamente interattivi e su misura per le esigenze individuali degli studenti. Guardando al futuro, possiamo aspettarci che l'IA generativa continui a evolversi, portando a innovazioni come l'integrazione della realtà aumentata e virtuale per esperienze di apprendimento immersive. Inoltre, lo sviluppo di tutor virtuali avanzati che possono adattarsi in tempo reale alle esigenze degli studenti rappresenta un'ulteriore grande potenzialità. Le implicazioni per il futuro dell'educazione sono significative. Tuttavia, è importante riconoscere le limitazioni attuali, come la mancanza di fondamenti metodologici solidi a livello internazionale per testare queste tecnologie e creare framework di riferimento efficaci. Un progetto «zero» di intersezione di IA generativa e didattica, che possa testare le nuove tecnologie in ambito didattico e contribuire a creare un framework metodologico, potrebbe essere cruciale per un'implementazione efficace dell'IA generativa nel settore dell'educazione. In conclusione, nei prossimi anni la didattica dovrà necessariamente evolversi per rispondere alle esigenze della società moderna. L'integrazione dell'IA generativa offre un'opportunità unica per rivoluzionare l'educazione, rendendola più inclusiva, personalizzata e capace di promuovere l'apprendimento socio-emotivo (Dewey, 1949) in grado di accrescere anche il benessere generale degli studenti.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abdi, H., Valentin, D., & Edelman, B. (1999). *Neural networks*. Sage Publications, Inc.
<https://doi.org/10.4135/9781412985277>
- Bandi, A., Adapa, P.V.S.R., & Kuchi, Y.E.V.P.K. (2023). The power of generative AI: A review of requirements, models, input-output formats, evaluation metrics, and challenges. *Future Internet*, 15(8), 260.
<https://doi.org/10.3390/fi15080260>
- Blagoev, I., Vassileva, G., & Monov, V. (2023). From data to learning: The scientific approach to AI-enhanced online course design. In *Proceedings of the*

- 8th International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering – BdKCSE 2023*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2023). *Generative AI at work*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
<https://doi.org/10.3386/w31161>
- Cao, Y., Li, S., Liu, Y., Yan, Z., Dai, Y., Yu, P.S., & Sun, L. (2023). A comprehensive survey of AI-Generated Content (AIGC): A history of generative AI from GAN to ChatGPT. *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.04226>
- Chen, E., Lee, J.E., Lin, J., & Koedinger, K. (2024). GPTutor: Great personalized tutor with large language models for personalized learning content generation. In *Proceedings of the 11th ACM Conference on Learning @ Scale – L@S 2024* (pp. 539-541). New York: Association for Computing Machinery (ACM).
- Cunningham, P., Cord, M., & Delany, S.J. (2008). Supervised learning. In *Machine learning techniques for multimedia: Case studies on organization and retrieval* (pp. 21-49). Berlin - Heidelberg: Springer.
- De Luca, C., Domenici, G., & Spadafora, G. (2023). *Per una inclusione sostenibile*. Roma: Anicia.
- Denny, P., Gulwani, S., Heffernan, N.T., Käser, T., Moore, S., Rafferty, A.N., & Singla, A. (2024). Generative AI for Education (GAIED): Advances, opportunities, and challenges. *arXiv*, 2402.01580.
- Dewey, J. (1949). *Scuola e società*. Firenze: La Nuova Italia.
- Dewey, J. (2018). *Democrazia e educazione*. A cura di G. Spadafora. Roma: Anicia.
- Dickey, E., & Bejarano, A. (2023). GAIDE: A framework for using generative AI to assist in course content development. *arXiv*, 2308.12276.
- Ding, N., Qin, Y., Yang, G., Wei, F., Yang, Z., Su, Y., Hu, S., Chen, Y., Chan, C., Chen, W., Yi, J., Zhao, W., Wang, X., Liu, Z., Zheng, H., Chen, J., Liu, Y., Tang, J., Li, J., & Sun, M. (2023). Parameter-efficient fine-tuning of large-scale pre-trained language models. *Nature Machine Intelligence*, 5(3), 220-235.
<https://doi.org/10.1038/s42256-023-00626-4>
- Fahes, M., Vu, T.-H., Bursuc, A., Pérez, P., & De Charette, R. (2023). Poda: Prompt-driven zero-shot domain adaptation. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision* (pp. 18623-18633). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Girin, L., Leglaive, S., Bie, X., Diard, J., Hueber, T., & Alameda-Pineda, X. (2021). Dynamical variational autoencoders: A comprehensive review. *Foundations and Trends in Machine Learning*, 15(1-2), 1-175.
<https://doi.org/10.1561/22000000089>

- Goldstein, J.A., Sastry, G., Musser, M., Di Resta, R., Gentzel, M., & Sedova, K. (2023). Generative language models and automated influence operations: Emerging threats and potential mitigations. *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.04246>
- Guettala, M., Bourekkache, S., Kazar, O., & Harous, S. (2024). Generative artificial intelligence in education: Advancing adaptive and personalized learning. *Acta Informatica Pragensia*, 13, 460-489.
- Han, Z., Gao, C., Liu, J., Zhang, J., & Zhang, S.Q. (2024). Parameter-efficient fine-tuning for large models: A comprehensive survey. *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.14608>
- Han, Z., Wang, J., Fan, H., Wang, L., & Zhang, P. (2018). Unsupervised generative modeling using matrix product states. *Physical Review X*, 8(3).
<https://doi.org/10.1103/physrevx.8.031012>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J.H. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction*. New York: Springer.
- Heston, T., & Khun, C. (2023). Prompt engineering in medical education. *International Medical Education*, 2(3), 198-205.
<https://doi.org/10.3390/ime2030019>
- Hitawala, S. (2018). Comparative study on generative adversarial networks. *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.04271>
- Hoffmann, J., Borgeaud, S., Mensch, A., Buchatskaya, E., Cai, T., Rutherford, E., ..., & Clark, A. (2022). Training compute-optimal large language models. In *Proceedings of the 36th International Conference on Neural Information Processing Systems – NIPS'22* (pp. 30016-30030). ACM (Association for Computing Machinery) Digital Library.
- Hutt, S., & Hieb, G. (2024). Scaling up mastery learning with generative AI: Exploring how generative AI can assist in the generation and evaluation of mastery quiz questions. In *Proceedings of the 11th ACM Conference on Learning @ Scale – L@S 2024* (pp. 310-314). New York: Association for Computing Machinery (ACM).
<https://doi.org/10.1145/3657604.3664699>
- Khanzode, K.C.A., & Sarode, R.D. (2020). Advantages and disadvantages of artificial intelligence and machine learning: A literature review. *International Journal of Library & Information Science*, 9(1), 30-36.
- Khowaja, S.A., Khuwaja, P., Dev, K., Wang, W., Nkenyereye, L., & Fortino, G. (2023). ChatGPT needs SPADE (sustainability, privacy, digital divide, and ethics) evaluation: A review. *TechRxiv. Preprint*.
<https://doi.org/10.36227/techrxiv.22619932.v4>
- Kleinbaum, D.G., & Klein, M. (2002). *Logistic regression*. New York: Springer.

- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
<https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Leiker, D., Finnigan, S., Ricker Gyllen, A., & Cukurova, M. (2023). Prototyping the use of Large Language Models (LLMs) for adult learning content creation at scale. *arXiv*, 2306.01815.
- Lu, W., & Zoghi, B.B. (2024). Using generative AI for a graduate level capstone course design: A case study. In *2024 ASEE Annual Conference & Exposition*, Portland (OR), June 23-26, 2024.
- Lu, Yue, Guo, Chao, Dou, Yong, Dai, Xingyuan, & Wang, Fei-Yue. 2023. Could ChatGPT Imagine: Content control for artistic painting generation via large language models. *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 109(2).
<https://doi.org/10.1007/s10846-023-01956-6>
- Magee, J.F. (1964). Decision trees for decision making. *Harvard Business Review*.
<https://hbr.org/1964/07/decision-trees-for-decision-making>
- Moor, M., Banerjee, O., Abad, Z.S.H., Krumholz, H.M., Leskovec, J., Topol, E.J., & Rajpurkar, P. (2023). Foundation models for generalist medical artificial intelligence. *Nature*, 616(7956), 259-265.
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05881-4>
- Nah, F.F., Zheng, R., Cai, J., Siau, K., & Chen, L. (2023). Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and AI-human collaboration. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 25(3), 277-304.
<https://doi.org/10.1080/15228053.2023.2233814>
- Nye, B.D., Mee, D., & Core, M.G. (2023). Generative large language models for dialog-based tutoring: An early consideration of opportunities and concerns. In S. Moore, J. Stamper, R. Tong, C. Cao, Z. Liu, X. Hu, Y. Lu, J. Liang, H. Khosravi, P. Denny, A. Singh, & C. Brooks (Eds.), *Proceedings of the Workshop on Empowering Education with LLMs: The Next-Gen Interface and Content Generation*, July 7, 2023, Tokyo, Japan (pp. 78-88). Centro Europeo Università e Ricerca (CEUR).
- Peeperkorn, M., Kouwenhoven, T., Brown, D., & Jordanous, A. (2024). Is temperature the creativity parameter of large language models? *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.00492>
- Peis, I., Olmos, P.M., & Artés-Rodríguez, A. (2023). Unsupervised learning of global factors in deep generative models. *Pattern Recognition*, 134, 109130.
<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2022.109130>
- Pesovski, I., Santos, R., Henriques, R., & Trajkovik, V. (2024). Generative AI for customizable learning experiences. *Sustainability (Switzerland)*, 16(7).
<https://doi.org/10.3390/su16073034>

- Pham, D.T., Dimov, S.S., & Nguyen, C.D. (2005). Selection of K in K-means clustering. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 219(1), 103-119.
<https://doi.org/10.1243/095440605x8298>
- Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). Improving language understanding by generative pre-training. *PrePrint*.
https://s3-us-west-2.amazonaws.com/openai-assets/research-covers/language-unsupervised/language_understanding_paper.pdf
- Regenwetter, L., Nobari, A.H., & Ahmed, F. (2022). Deep generative models in engineering design: A review. *Journal of Mechanical Design*, 144(7), 071704.
<https://doi.org/10.1115/1.4053859>
- Schick, T., & Schütze, H. (2022). True few-shot learning with prompts: A real-world perspective. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 10, 716-731.
https://doi.org/10.1162/tacl_a_00485
- Shoeybi, M., Patwary, M., Puri, R., LeGresley, P., Casper, J., & Catanzaro, B. (2019). Megatron-LM: Training multi-billion parameter language models using model parallelism. *arXiv*, 1909.08053.
- Sivasathiya, G., Anil Kumar, D., Harish Rangasamy, A.R., & Kanishkaa, R. (2024). Emotion-Aware Multimedia synthesis: A generative AI framework for personalized content generation based on user sentiment analysis. In *2nd International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things – IDCIoT 2024* (pp. 1344-1350). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Spadafora, G. (2015). *L'educazione per la democrazia*. Roma: Anicia.
- Spadafora, G. (2018). *Processi didattici per una nuova scuola democratica*. Roma: Anicia.
- Sridhar, P., Doyle, A., Agarwal, A., Bogart, C., Savelka, J., & Sakr, M. (2023). Harnessing LLMs in curricular design: Using GPT-4 to support authoring of learning objectives. In S. Moore, J. Stamper, R. Tong, C. Cao, Z. Liu, X. Hu, Y. Lu, J. Liang, H. Khosravi, P. Denny, A. Singh, & C. Brooks (Eds.), *Proceedings of the Workshop on Empowering Education with LLMs: The Next-Gen Interface and Content Generation*, July 7, 2023, Tokyo, Japan (pp. 139-150). Centro Europeo Università e Ricerca (CEUR).
- Su, J., & Yang, W. (2023). Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education. *ECNU Review of Education* 6(3), 355-366.
<https://doi.org/10.1177/20965311231168423>
- Variš, D., & Bojar, O. (2021). Sequence length is a domain: Length-based overfitting in transformer models. In *Proceedings of the 2021 Conference on Empir-*

- ical Methods in Natural Language Processing* (pp. 8246-8257). Punta Cana, Dominican Republic: Association for Computational Linguistics (ACL).
<https://doi.org/10.18653/v1/2021.emnlp-main.650>
- Wang, C., Li, M., & Smola, A.J. (2019). Language models with transformers. *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.09408>
- Weisberg, S. (2005). *Applied linear regression*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Wetzel, S.J. (2017). Unsupervised learning of phase transitions: From principal component analysis to variational autoencoders. *Physical Review E*, 96(2), 022140.
<https://doi.org/10.1103/physreve.96.022140>
- Zeadally, S., Adi, E., Baig, Z., & Khan, I.A. (2020). Harnessing artificial intelligence capabilities to improve cybersecurity. *IEEE Access*, 8, 23817-23837.
<https://doi.org/10.1109/access.2020.2968045>
- Zhang, Chenshuang, Zhang, Chaoning, Zhang, M., & Kweon, I.S. (2023). Text-to-image diffusion models in generative AI: A survey». *arXiv preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.07909>
- Zheng, C., Wu, G., Bao, F., Cao, Y., Li, C., & Zhu, J. (2023). Revisiting discriminative vs. generative classifiers: Theory and implications. *PMLR – Proceedings of Machine Learning Research*, 202: 40th International Conference on Machine Learning – ICML23, 42420-42477.
- Zhou, Z.H. (2021). *Machine learning*. Singapore: Springer Nature.
- Zhu, B., & Rao, Y. (2023). Exploring robust overfitting for pre-trained language models. In *Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL 2023* (pp. 5506-5522). Punta Cana, Dominican Republic: Association for Computational Linguistics (ACL).
<https://doi.org/10.18653/v1/2023.findings-acl.340>
- Zhuoyan, L., Chen, L., Jing P., & Ming Y. (2024). The value, benefits, and concerns of generative AI-powered assistance in writing. In *Proceedings of the 2024 Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI'24*. New York: Association for Computing Machinery (ACM).

RIASSUNTO

Questo studio esplora l'impatto dell'integrazione dell'intelligenza artificiale (IA) generativa in ambienti di apprendimento adattivi e personalizzati, focalizzandosi sulle sue diverse applicazioni nel mondo della didattica. Inizia con una disamina dell'evoluzione dei modelli e dei framework di IA generativa, stabilendo criteri di selezione per i casi di studio che mostrano le applicazioni dell'IA generativa nel mondo dell'educazione.

L'analisi di questi casi evidenzia i benefici tangibili dell'integrazione dell'IA generativa, come l'aumento dell'engagement degli studenti, il miglioramento dei punteggi nei test e l'accelerazione dello sviluppo delle competenze. Vengono identificate anche sfide etiche, tecniche e pedagogiche, sottolineando la necessità di una collaborazione attenta tra educatori ed esperti informatici. I risultati evidenziano il potenziale dell'IA generativa nel rivoluzionare il mondo della didattica. Affrontando le sfide tecnologiche e le preoccupazioni etiche, abbracciando approcci centrati sull'uomo, educatori ed esperti informatici possono sfruttare l'IA generativa per creare ambienti di apprendimento innovativi e inclusivi. Infine, da questo studio emerge anche l'importanza dell'apprendimento socio-emotivo e della personalizzazione nel processo evolutivo che rivoluzionerà il futuro della didattica.

Parole chiave: Apprendimento personalizzato; Apprendimento socio-emotivo; Coinvolgimento degli studenti; IA generativa; Istruzione.

Copyright (©) 2024 Giancarlo Fortino, Fabrizio Mangione, Francesco Pupo
Editorial format and graphical layout: copyright (©) LED Edizioni Universitarie



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

How to cite this paper: Fortino, G., Mangione, F., & Pupo, F. (2024). Intersezione tra intelligenza artificiale generativa e educazione: un'ipotesi [Intersection between generative artificial intelligence and education: A hypothesis]. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS)*, 30, 25-52. <https://doi.org/10.7358/ecps-2024-030-fort>