

Nei panni dell'insegnante: una proposta di *learning-by-teaching* supportata dall'intelligenza artificiale generativa

In the teacher's shoes: a learning-by-teaching proposal supported by generative artificial intelligence

Gaia Turconi^a

Alessandro Iannella^b

Paola Morando^c

Maria Luisa Sonia Spreafico^d

^a Università Telematica Pegaso, gaia.turconi@unipegaso.it

^b Università di Pisa; Università degli Studi di Cagliari, alessandro.iannella@gmail.com

^c Università degli Studi di Milano, paola.morando@unimi.it

^d Università degli Studi di Milano, maria.spreafico@unimi.it

ABSTRACT

This paper presents an experimental teaching activity carried out with approximately 150 first-year students at the Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of Milan. Grounded in the learning-by-teaching strategy, the initiative engaged students in the role of teachers, requiring them to design and evaluate mathematics exercises with the support of the generative artificial intelligence system ChatGPT. Situated within the framework of visible learning and structured according to scaffolding principles, the experience pursued 3 main goals: enhancing mathematical understanding, fostering digital and metacognitive skills, and reducing assessment-related anxiety. The findings indicate positive outcomes across all dimensions under investigation.

SINTESI

Il contributo presenta un'attività didattica sperimentale che ha coinvolto circa 150 studenti del primo anno della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano. L'iniziativa, basata sulla strategia del *learning-by-teaching*, ha previsto che gli studenti assumessero il ruolo di insegnanti, progettando e valutando esercizi di matematica con il supporto del sistema di intelligenza artificiale generativa ChatGPT. Inquadrata nel paradigma del *visible learning* e strutturata secondo i principi dello *scaffolding*, l'esperienza si è posta 3 obiettivi principali: potenziare la comprensione matematica, sviluppare competenze digitali e metacognitive e ridurre l'ansia legata alla valutazione. I risultati evidenziano esiti positivi in tutte le dimensioni considerate.

KEYWORDS: generative artificial intelligence, visible learning, mathematics, higher education, scaffolding

PAROLE CHIAVE: intelligenza artificiale generativa, *visible learning*, matematica, istruzione universitaria, *scaffolding*

Introduzione

Il contesto dell'istruzione universitaria è attraversato da profonde trasformazioni dovute a nuove esigenze formative e alla crescente integrazione delle tecnologie digitali nei processi educativi. Nell'ambito della didattica della matematica, queste trasformazioni si intersecano con sfide consolidate: l'elevata eterogeneità degli studenti e l'ansia associata alla disciplina costituiscono, tra gli altri, ostacoli significativi a un apprendimento autentico e duraturo (Ashcraft, 2002). Di fronte a tali criticità, orientamenti didattici capaci di promuovere coinvolgimento attivo, riflessione critica e autonomia nello studio possono rappresentare una risposta efficace.

Il paradigma pedagogico noto come *visible learning* (Hattie, 2008) sostiene che la didattica debba costituire un'esperienza osservabile, intenzionale, misurabile e guidata da evidenze, alla quale docenti e studenti partecipano in maniera attiva e critica. Un simile impianto offre ai primi la possibilità di valutare in modo più rigoroso e oggettivo l'efficacia delle proprie metodologie didattiche e ai secondi di assumere una maggiore responsabilità rispetto ai propri processi di apprendimento (Caldin et al., 2016).

Il *visible learning* invita dunque ad adottare pratiche in grado di rendere esplicite e trasparenti le dinamiche che caratterizzano il processo di insegnamento e quello di apprendimento. Per esempio, il coinvolgimento degli studenti in attività che li pongono nel ruolo dell'insegnante – come nelle strategie di *learning-by-teaching* (Martin, 1985) e di *mutual instruction* (Gartner et al., 1971) – consente loro non soltanto di comprendere in modo critico e consapevole le modalità attraverso le quali si insegna e si valuta, ma anche di osservare il proprio apprendimento da una prospettiva esterna, favorendo così processi di oggettivazione e riflessione. Assumere il ruolo del docente — mettersi nei suoi panni — può contribuire infatti significativamente a sviluppare competenze metacognitive, essenziali per l'apprendimento permanente e per affrontare con successo il percorso universitario (Bardelle & Di Martino, 2012).

Tra le strategie che rientrano nell'applicazione del *visible learning* si può inoltre citare lo *scaffolding*, una forma di supporto all'apprendimento temporaneo e decrescente che permette agli studenti di affrontare compiti complessi in modo graduale, promuovendo progressivamente la loro autonomia e consapevolezza (Faiella, 2022; Wood et al., 1976). Questo approccio, oltre a sostenere lo sviluppo cognitivo, favorisce anche la comprensione del valore della dimensione relazionale dell'insegnamento, in quanto richiede una presenza attiva e sensibile del docente, il quale deve calibrare il proprio intervento in base alle esigenze degli studenti.

Proprio attraverso queste dinamiche relazionali possono emergere anche aspetti meno visibili, ma altrettanto incisivi, dell'esperienza didattica, come quelli legati al *curriculum* nascosto, ossia quell'insieme implicito di valori, regole e aspettative che il docente trasmette in modo inconsapevole (Snyder, 1971). Le dinamiche di interazione, le metodologie proposte e l'impiego di strumenti specifici veicolano messaggi educativi che vanno oltre i contenuti esplicitamente dichiarati (Iannella & Pagani, 2022). Per esempio, l'integrazione di strumenti innovativi, come

l'impiego dell'intelligenza artificiale (IA) generativa a supporto della pratica di insegnamento, può contribuire a costruire un'immagine della tecnologia come alleata del pensare e dell'agire umani, piuttosto che come sua sostituta. Questo processo diventa ovviamente più efficace se la tecnologia stessa si fa oggetto di riflessione critica e quindi parte del *curriculum manifesto* (Miao & Shiohira, 2024).

Rifacendosi a queste premesse, si presenta di seguito un'attività didattica contestualizzabile nell'ambito del *visible learning*, condotta presso l'Università degli Studi di Milano e rivolta a circa 150 matricole della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari.

1. Progettazione dell'attività

L'attività proposta si basa sulla strategia del *learning-by-teaching*: gli studenti assumono il ruolo dell'insegnante nella progettazione della valutazione e nella produzione del materiale di verifica, impiegando come strumento di supporto il sistema di IA generativa ChatGPT.

1.1. Obiettivi specifici

Gli obiettivi specifici impiegati per la progettazione fanno riferimento a 4 dimensioni-finalità individuate come aree di interesse:

- dimensione disciplinare, ossia migliorare la comprensione dei contenuti matematici attraverso il coinvolgimento attivo nella creazione di esercizi;
- dimensione tecnico-digitale, ovvero promuovere un uso critico e consapevole dell'IA generativa nell'ambito matematico e consolidare competenze digitali avanzate con attenzione all'etica;
- dimensione andragogica, che consiste nel ridurre l'ansia da esame e aumentare la sicurezza degli studenti attraverso una maggiore comprensione e demistificazione del processo valutativo;
- dimensione metacognitiva, caratterizzata dal potenziare competenze trasversali quali riflessione, comunicazione, collaborazione e creatività.

1.2. Fasi dell'attività

La progettazione dell'attività prevede uno svolgimento articolato in fasi progressive affinché, seguendo i principi dello *scaffolding*, gli studenti possano assumere gradualmente, nel corso di un semestre, il ruolo del docente:

- introduzione ai sistemi di IA generativa. Durante una lezione frontale, il docente presenta ChatGPT come esempio di sistema di IA generativa, illustrandone il funzionamento, le potenzialità applicative in ambito universitario e le implicazioni etiche. Vengono inoltre approfondite strategie di *prompting* con l'obiettivo di promuovere un uso critico e consapevole dello strumento nel contesto matematico;
- creazione guidata di esercizi. In aula, gli studenti creano esercizi di matematica impiegando ChatGPT (versione 3.5). L'intervento del docente si

concretizza in mosse conversazionali e *feedback* mirati, utili a correggere errori, affinare i risultati e sviluppare competenze operative e critiche nell'uso dello strumento;

- creazione autonoma di esercizi. In 3 momenti diversi del semestre, gli studenti svolgono 3 differenti *tasks* creando esercizi di matematica con ChatGPT. Il processo è supportato anche da indicazioni asincrone condivise dal docente tramite *Moodle*, piattaforma didattica impiegata per la condivisione delle interazioni avute con ChatGPT;
- revisione e progettazione della simulazione d'esame. Il docente revisiona e seleziona gli esercizi prodotti dagli studenti per inserirli all'interno delle simulazioni d'esame, parte fondamentale del materiale didattico del corso;
- esame orale e *feedback* individuale. Durante l'esame orale, ogni studente presenta e discute uno degli esercizi da lui elaborati; la qualità della discussione può contribuire al voto finale con un *bonus* fino a 2 punti su 30.

2. Metodologia di analisi

L'attività ha coinvolto circa 150 studenti del Corso di Laurea in Agricoltura Sostenibile e Produzione e Protezione delle Piante e del Verde dell'Università degli Studi di Milano, impegnati nel frequentare le lezioni dell'insegnamento di Matematica da ottobre 2023 a febbraio 2024.

La valutazione degli obiettivi è stata possibile grazie a un'analisi sistematica degli esercizi elaborati dagli studenti, delle loro interazioni con ChatGPT e dei risultati ottenuti mediante un questionario finale a domande miste. Nello specifico:

- dimensione disciplinare; revisione accurata degli esercizi prodotti dagli studenti e valutazione dei risultati della prova d'esame, entrambe finalizzate a rilevare chiarezza concettuale e accuratezza;
- dimensione tecnico-digitale; osservazione diretta e analisi qualitativa delle risposte al questionario, in particolare circa le capacità degli studenti di utilizzare criticamente ChatGPT. Sono stati presi in considerazione l'appropriatezza dei prompt impiegati, la pertinenza dei contenuti generati e l'attenzione dimostrata verso le questioni etiche legate all'uso dell'IA generativa;
- dimensione andragogica; esame quantitativo e qualitativo dei dati provenienti dal questionario, concentrandosi sulle risposte che rilevano livelli percepiti di ansia, sicurezza e fiducia nel processo valutativo, ulteriormente approfonditi tramite *feedback* qualitativi aperti raccolti in sede d'esame;
- dimensione metacognitiva; analisi delle risposte qualitative e quantitative del questionario focalizzate sul miglioramento di competenze trasversali quali comunicazione, collaborazione, riflessione critica e creatività.

Il metodo di analisi adottato è di tipo misto. L'elaborazione dei dati ha previsto l'uso di strumenti per l'analisi quantitativa e qualitativa delle risposte aperte, nello specifico *Google Sheets* e *NVivo*.

La Tabella 1 riporta le domande proposte nel questionario.

Testo dell' <i>item</i>	Tipologia
Mi sento ansioso/a all'idea di progettare i compiti d'esame di Matematica.	Scala Likert
Ritengo che grazie all'attività la mia opinione del lavoro dell'insegnante sia cambiata.	
Se è cambiata, in che modo? (opzionale)	
Definisci gli strumenti di IA generativa come ChatGPT con una metafora a tua scelta.	Domanda a risposta aperta breve
Hai notato degli errori o delle distorsioni nelle risposte? Se sì, te ne ricordi qualcuno?	
Quali sono state le difficoltà che hai incontrato nella creazione degli esercizi richiesti?	
Al di là dell'attività proposta, hai impiegato ChatGPT o altri strumenti simili per prepararti per l'esame di Matematica?	Domanda a scelta binaria (Sì/No)
Se sì, in che modo? (opzionale)	Domanda a risposta aperta breve
Lo hai fatto anche per altri insegnamenti?	Domanda a scelta binaria (Sì/No)
Se sì, come? (opzionale)	Domanda a risposta aperta breve

TABELLA 1 – GLI *ITEMS* DEL QUESTIONARIO VALUTATIVO DELL'ATTIVITÀ

3. Risultati e discussione

Si presentano qui i risultati della sperimentazione in 2 sezioni. Nella prima, verranno esaminati i 3 *tasks* svolti dagli studenti, mettendo in luce ciò che è emerso dalla produzione degli esercizi, dalle interazioni con ChatGPT e dalle riflessioni rispetto alle pratiche di valutazione.

Nella seconda, saranno presentati i dati raccolti mediante il questionario finale, restituendo il punto di vista degli studenti sull'esperienza, in particolare in termini di percezione della figura del docente e dell'IA generativa.

3.1. Analisi dei risultati per ciascun *task*

Di seguito, i *tasks* proposti agli studenti durante la terza fase dell'attività, quella relativa alla creazione autonoma di esercizi. Ciascun *task* prevedeva, oltre alla creazione di un esercizio, anche la redazione di una griglia di valutazione o la revisione critica della soluzione generata da ChatGPT.

3.2. Task 1 e task 3

Nei *tasks* 1 e 3, gli studenti hanno interagito con ChatGPT per lavorare su esercizi di calcolo, in termini di progettazione, risoluzione, analisi critica delle soluzioni proposte dall'IA e definizione di griglie di valutazione.

Nel primo *task*, gli studenti dovevano impiegare l'IA generativa per produrre 6 esercizi, uno per ciascuna delle unità disciplinari dei prerequisiti del corso (equazioni e disequazioni logaritmiche, esponenziali, frazionarie, con valori assoluti, irrazionali, sistemi di disequazioni). In seguito, gli studenti hanno dovuto risolverli con il supporto dell'IA e predisporre una griglia di valutazione. Il *task* è stato selezionato affinché risultasse accessibile per un primo approccio a questa nuova modalità di lavoro. In linea con i principi dello *scaffolding*, l'obiettivo era infatti quello di permettere agli studenti di prendere confidenza con lo strumento, imparando a calibrare i prompt per ottenere risposte coerenti e pertinenti. È stata così introdotta in modo graduale anche la dimensione valutativa, invitando gli studenti a riflettere sulle modalità di correzione e mettendosi così per la prima volta nei panni dell'insegnante.

Nel terzo *task*, agli studenti è stato chiesto di far eseguire a ChatGPT uno studio di funzione. L'obiettivo, in questo caso, non era di ottenere una soluzione corretta, bensì di analizzare criticamente l'*output* generato dall'IA, segnalando eventuali errori in modo costruttivo. In questo contesto, ChatGPT ha infatti assunto il ruolo di partner dialogico, favorendo un'interazione riflessiva simile a una discussione orale. Gli studenti sono stati così invitati ad argomentare le proprie osservazioni, giustificare le correzioni, porre domande e proporre alternative. Questo confronto ha offerto un'importante occasione per allenare non solo le competenze matematiche, ma anche quelle comunicative e metacognitive (Bardelle & Di Martino, 2012). La dimensione dialogica e di negoziazione del significato è infatti particolarmente preziosa per stimolare una riflessione consapevole sul proprio modo di fare e concepire la matematica (Skemp, 1976).

3.3. Task 2

Nel secondo *task*, gli studenti dovevano lavorare a semplici "problemi di realtà" riguardanti argomenti matematici elementari, come percentuali e rapporti di proporzionalità. Nonostante la semplicità dei contenuti, il compito ha richiesto un notevole sforzo di pensiero critico e creativo, in quanto includeva elementi di modellizzazione, *problem-solving* e capacità comunicativa.

Fin dalle prime interazioni con ChatGPT, sono emerse alcune difficoltà. In molti casi, i prompt formulati dagli studenti risultavano troppo generici, portando il modello a produrre situazioni non matematiche o ambigue (per esempio, "Il tuo posto auto nel parcheggio del supermercato è occupato da un carrello. Cosa fai?"). Queste risposte hanno evidenziato una discrepanza tra l'intento degli studenti e l'interpretazione del prompt da parte del sistema, consentendo ai docenti di attivare una riflessione sull'importanza dell'uso di un linguaggio tecnico-specifico. Progressivamente, gli studenti hanno migliorato la formulazione delle richieste attraverso interazioni iterative. Una strategia rivelatasi particolarmente efficace è

stata quella di fornire a ChatGPT un insieme di esempi di problemi già affrontati in classe, chiedendo poi la generazione di esercizi simili ma con variazioni nel contesto o nel livello di difficoltà. Espressioni come “creane uno più difficile”, “usa numeri da calcolare senza calcolatrice” o “usa un contesto agricolo” hanno contribuito a orientare l’*output* del modello in modo più preciso.

I problemi prodotti si sono rivelati in molti casi ben costruiti, coerenti e realistici. I contesti ideati includono infatti scenari legati alla quotidianità (per esempio, impasti per pizza, distribuzione di risorse, vendita di prodotti) e mostrano attenzione alla complessità controllata e alla consistenza interna del problema. Ne è un esempio: “Un ristorante può servire una cena completa a 30 persone per 5 giorni con le scorte attuali. Il ristorante vuole determinare per quanti giorni potrà servire una cena completa a 40 persone con le stesse scorte. Quanti giorni il ristorante potrà servire 40 persone con le attuali scorte?”.

Come in precedenza, al termine della progettazione del problema, gli studenti si sono cimentati nella revisione delle soluzioni proposte da ChatGPT, sviluppatesi su numerose interazioni per correggere errori concettuali o imprecisioni nel procedimento. Tali scambi si sono trasformati in dialoghi argomentativi, simili a quelli tra pari o tra docente e studente, come dimostrano frasi del tipo “Sei sicuro che il procedimento sia giusto?” oppure “Il numero di operai non può essere decimale, formula meglio la risposta!”. Questa dinamica ha favorito un apprendimento riflessivo e metacognitivo, centrato non solo sul cosa si risolve, ma sul come si affronta il problema.

Anche la costruzione delle griglie di valutazione ha stimolato un confronto profondo. Rispetto ai *tasks* precedenti, qui le griglie sono state maggiormente oggetto di negoziazione: gli studenti hanno discusso i criteri di attribuzione del punteggio, talvolta riducendo l’incidenza degli errori di calcolo a favore della valorizzazione del ragionamento seguito. È emersa così un’attenzione crescente verso una valutazione orientata alla comprensione relazionale, in linea con quanto teorizzato da Skemp (1976), secondo il quale è più importante riconoscere e premiare la corretta impostazione del problema e l’identificazione della struttura, rispetto al semplice ottenimento del risultato numerico esatto.

In alcuni casi, gli studenti hanno mostrato un’elevata consapevolezza operativa nell’interazione con l’IA generativa, utilizzando strategie strutturate di *prompting*, come il modello RISEN (*Role, Input, Steps, Expectation, Narrowing*). Per esempio, “Sei un insegnante (Role) e vuoi inserire questo esercizio in un test (Expectation). Crea una griglia di valutazione (Input) in modo che l’esercizio valga in totale 4 punti (Narrowing). Spiega tutti i punteggi (Steps)”. Questa modalità strutturata ha evidenziato una crescente padronanza nella gestione del dialogo con l’intelligenza artificiale.

3.4. Analisi dei risultati del questionario

I risultati del questionario hanno offerto una finestra preziosa sulla percezione degli studenti rispetto all’esperienza, ai processi di valutazione, alla figura dell’insegnante e all’impiego dell’IA generativa nella didattica. I dati emersi

testimoniano una gamma articolata di vissuti, consapevolezze e difficoltà, rivelando così il valore educativo e formativo dell’esperienza.

Come mostra la Figura 1, la maggior parte degli studenti ha dichiarato di non sentirsi particolarmente ansiosa all’idea di progettare i compiti d’esame: quasi l’80% degli studenti ha risposto con “Per niente d’accordo” o “Non d’accordo”.

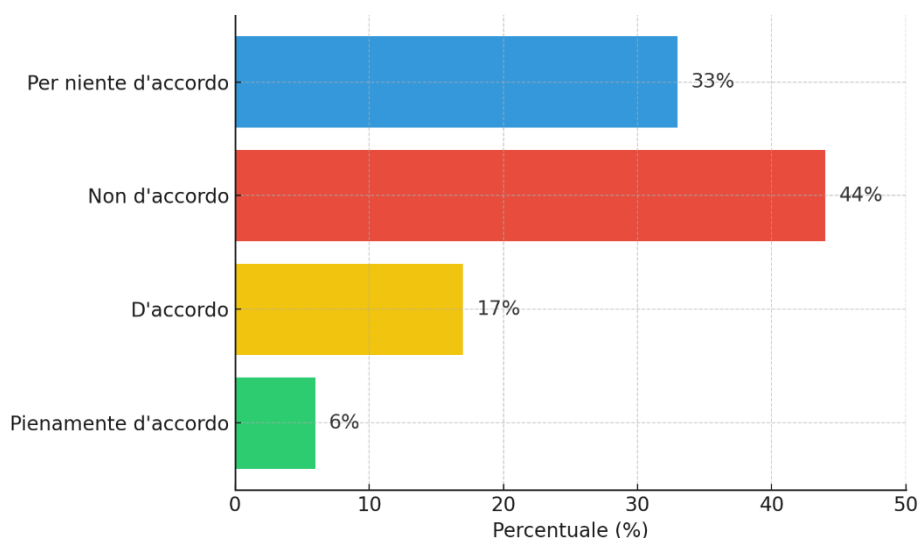


FIGURA 1 – VALUTAZIONE SU SCALA LIKERT RISPETTO ALL’ITEM “MI SENTO ANSIOSO/A ALL’IDEA DI PROGETTARE I COMPITI D’ESAME DI MATEMATICA”

Ciò che emerge dai commenti aperti rappresenta una sorpresa più cognitiva che emotiva. Molti degli studenti non si aspettavano di riscontrare una certa complessità nel lavoro di progettazione didattica. Affermazioni come “non immaginavo che progettare un esercizio fosse così difficile, anche con ChatGPT” testimoniano la presa di coscienza di una dimensione progettuale propria del docente, spesso invisibile allo sguardo dello studente. L’83% degli studenti, infatti, tra le difficoltà riscontrate ha evidenziato quella di far comprendere i propri intenti allo strumento. La Figura 2 riporta, in forma aggregata, alcuni commenti degli studenti.

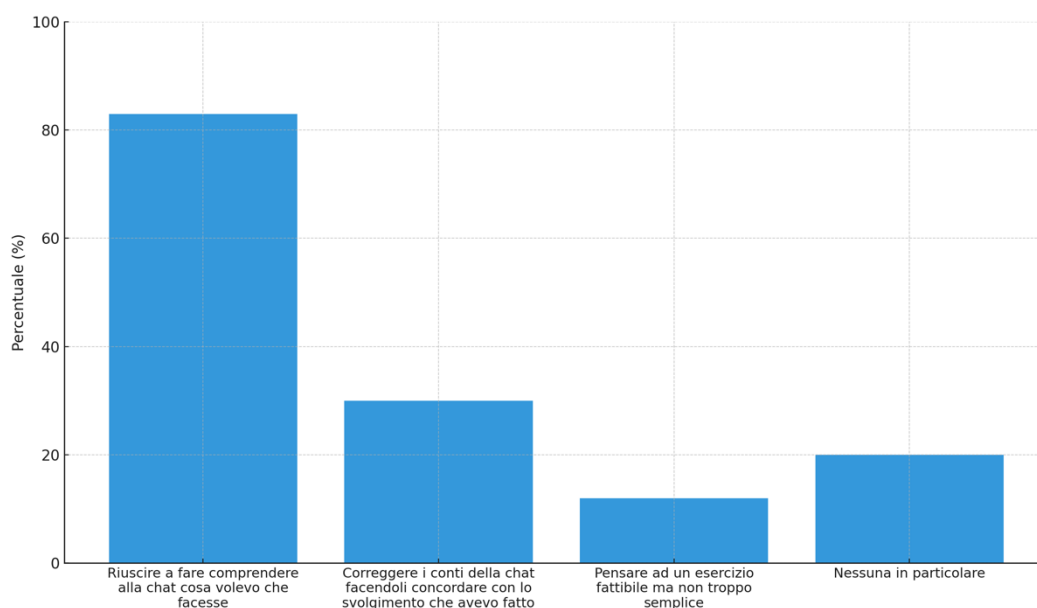


FIGURA 2 – PRINCIPALI DIFFICOLTÀ RISCONTRATE DAGLI STUDENTI DURANTE LA PROGETTAZIONE DI ESERCIZI

Dalla Figura 2 emerge come l'attività abbia stimolato una riflessione legata non solo al processo valutativo, ma soprattutto all'aspetto progettuale della didattica. Uno degli esiti più significativi dell'attività, infatti, riguarda proprio l'evoluzione della percezione che lo studente ha dell'insegnante e del suo ruolo. Sebbene esattamente la metà degli studenti abbia dichiarato di non aver cambiato opinione (Figura 3), molti hanno riconosciuto di aver maturato una comprensione più profonda delle responsabilità connesse alla preparazione di una prova scritta, come la necessità di calibrare la difficoltà degli esercizi, di garantire accessibilità e di progettare griglie di valutazione equilibrate e coerenti ("La parte più difficile è dare il giusto punteggio ai passaggi").

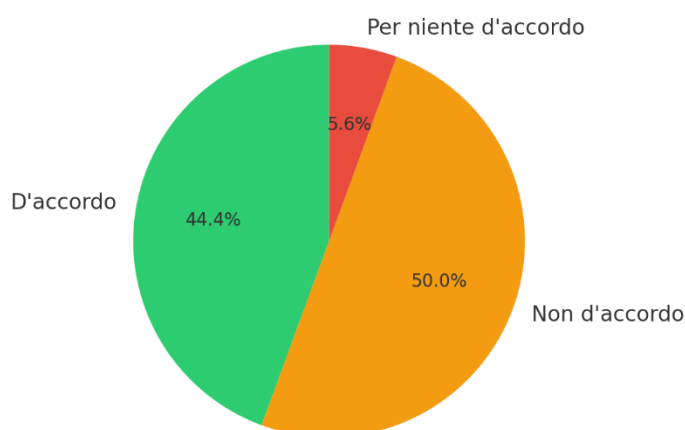


FIGURA 3 – VALUTAZIONE SU SCALA LIKERT RISPETTO ALL'ITEM "RITENGO CHE GRAZIE ALL'ATTIVITÀ LA MIA OPINIONE DEL LAVORO DELL'INSEGNANTE SIA CAMBIATA"

Alcuni studenti hanno descritto con orgoglio il fatto di essere stati coinvolti in questa attività, interpretandola come un gesto di fiducia e avvicinamento da parte dei docenti. Altri, pur avendo già una visione positiva del ruolo dell'insegnante, hanno riportato quanto sia difficile "insegnare qualcosa a qualcuno che continua a non capire", cogliendo in profondità alcuni aspetti che caratterizzano la dimensione relazionale del lavoro didattico. È emersa così l'essenza del *visible learning*: rendere visibile ciò che solitamente resta implicito, attivando una comprensione più profonda e consapevole dei processi di insegnamento e apprendimento. La Tabella 2 riporta alcuni esempi di affermazioni degli studenti in merito a diverse tematiche legate al ruolo dell'insegnante.

Ho compreso più a fondo il lavoro di un insegnante nel preparare le prove per i propri studenti e la difficoltà che ci può essere nel fare in modo che gli esercizi possano essere alla portata di tutti.
Il lavoro svolto per l'attività mi ha fatto notare l'elevata difficoltà ad attribuire un punteggio consono all'esercizio, in modo che la valutazione finale risulti essere equilibrata per ogni passaggio di esso e congrua con l'esercizio svolto.
La mia opinione verso il lavoro dell'insegnante è sempre stata positiva e vista come un lavoro importante e non banale da svolgere, dopo questa fiducia da parte loro nel farci progettare le prove di esame la cosa mi ha reso fiero e felice perché vuol dire che hanno molta più fiducia in noi di quanto pensavo e che non vanno delusi.

TABELLA 2 – ALCUNE OPINIONI DEGLI STUDENTI SUL LAVORO DELL'INSEGNANTE AL TERMINE DELLE ATTIVITÀ PROPOSTE

Un altro elemento significativo riguarda la rappresentazione che gli studenti hanno maturato di ChatGPT. Le metafore usate per descrivere il sistema di IA sono infatti numerose e suggestive. Alcuni l'hanno definita "una guida del futuro" o "una biblioteca sempre aperta" (visione positiva), sottolineandone l'accessibilità e il potenziale educativo. Altri hanno adottato immagini più caute o critiche: "una bicicletta senza freni", "una guida inaffidabile" (visione negativa). In molti ne hanno riconosciuto il carattere ambivalente: "è potente, ma inaffidabile", "utile se ben istruito", "funziona se lo si guida con attenzione" (visione mista).

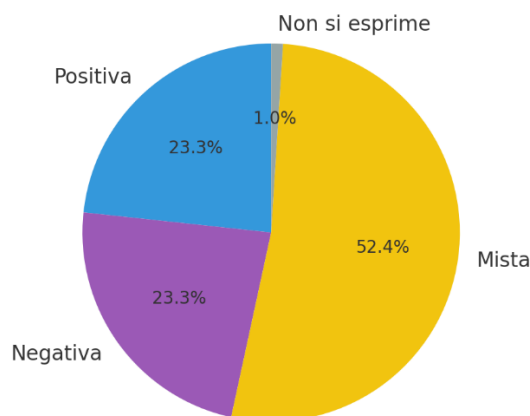


FIGURA 4 – DISTRIBUZIONE IN CATEGORIE (POSITIVA/NEGATIVA/MISTA/NON SI ESPRIME) DELLE METAFORE USATE DAGLI STUDENTI PER DESCRIVERE L’IA GENERATIVA

Le descrizioni rivelano una visione matura e critica dell’IA generativa, percepita non come una soluzione automatica, ma come risorsa da usare con consapevolezza. Particolarmente interessante è il modo in cui gli studenti hanno reagito agli errori commessi da ChatGPT.

La Figura 5 riporta la frequenza di diverse tematiche emerse dalle risposte degli studenti alla domanda riguardante gli errori da loro rilevati e il loro modo di affrontarli. Di seguito, si riportano i temi emergenti dalle narrazioni degli studenti rispetto al comportamento di ChatGPT:

- identifica la presenza di errori in modo generico. Lo studente mette in evidenza che il sistema restituisce errori senza entrare nello specifico della loro natura (per esempio, “Faceva errori nei calcoli semplici”);
- identifica la presenza di errori, riportando un esempio specifico o un argomento. È il caso, per esempio, della frase “Mi ricordo frequenti errori nello svolgimento dei logaritmi”;
- offre risposte incomplete rispetto alla richiesta;
- propone una risoluzione non adatta perché più complessa rispetto a quella elaborata in classe o in autonomia. Gli studenti riportano che ChatGPT “fa conti impossibili” resolvendo gli esercizi “in modo molto complesso rispetto a quanto fatto in classe”;
- propone soluzioni con incongruenze o errori strettamente legati al ragionamento matematico. Gli studenti riportano che ChatGPT “ha usato la derivata prima per calcolare i punti di flesso” o che vi sono “evidenti discrepanze tra il segno della funzione e i limiti”. Non vengono quindi evidenziati errori nei calcoli (che, in alcuni di questi casi, sono implicitamente presenti), quanto una carenza dal punto di vista logico o procedurale;
- produce errori relativi alla rappresentazione grafica di un’informazione matematica. Molti esercizi, infatti, richiedono di essere accompagnati da una rappresentazione grafica o da una tabella. Questi elementi, essenziali per una

corretta risoluzione dell'esercizio, vengono però rappresentati in modo errato, nonostante la correttezza dei calcoli a essi associati.

- richiede numerose interazioni per correggere la risoluzione, non sempre proficue. Gli studenti lamentano che “per ottenere la soluzione corretta a un determinato quesito bisogna intrattenere un dialogo con la chat lungo, che molto spesso non porta comunque al risultato sperato”.

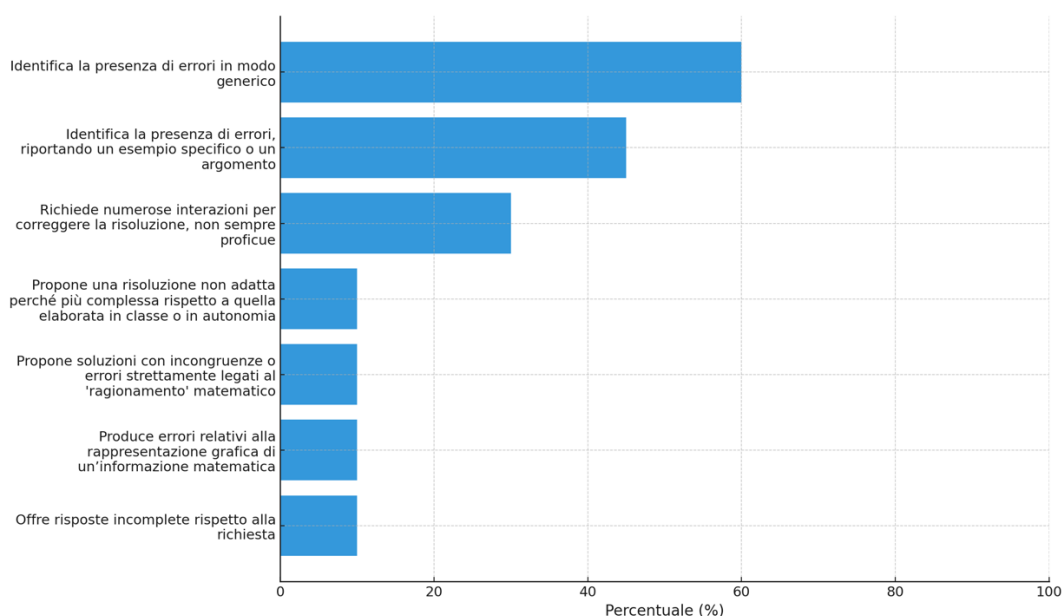


FIGURA 5 – DISTRIBUZIONE DELLA TIPOLOGIA DI ERRORI MATEMATICI INDIVIDUATI DAGLI STUDENTI NELLE RISPOSTE FORNITE DA CHATGPT

Piuttosto che abbandonare l'interazione, molti studenti hanno mostrato un atteggiamento proattivo: hanno riformulato le domande, spiegato con maggiore precisione cosa desiderassero ottenere o fornito esempi per guidare lo strumento, dimostrando pazienza, spirito collaborativo e buone competenze comunicative e metacognitive. Alcuni hanno persino riflettuto su quanto fosse importante trovare le parole giuste per ottenere una risposta efficace, evidenziando così la necessità di una comunicazione chiara e strutturata anche nell'interazione con l'IA generativa.

Conclusioni

L'esperienza descritta ha consentito di riflettere su come l'integrazione di un'attività di *learning-by-teaching* supportata da un sistema di IA generativa possa attivare processi formativi significativi in ambito universitario, nel caso specifico nella didattica della matematica. Inserita all'interno del paradigma del *visible learning* e articolata secondo i principi dello *scaffolding*, l'attività ha permesso agli studenti di sperimentare in modo progressivo e riflessivo il ruolo dell'insegnante, progettando, valutando e discutendo esercizi matematici e relative soluzioni con il supporto di ChatGPT.

L'attività è stata costruita attorno a 4 dimensioni – disciplinare, tecnico-digitale, andragogica e metacognitiva – che hanno guidato la progettazione e offerto una cornice interpretativa per la lettura dei dati. Tuttavia, in questa sede l'analisi si è concentrata soltanto su alcuni aspetti selezionati. In particolare, sul piano disciplinare, è stata osservata una buona capacità degli studenti di applicare conoscenze matematiche nella progettazione e nella valutazione, nonché nel riconoscere e correggere errori presenti negli *output* generati dall'IA. Questo ha favorito un'elaborazione più profonda e riflessiva dei contenuti. Per la dimensione tecnico-digitale, i risultati indicano che molti studenti hanno sviluppato strategie di *prompting* efficaci, mostrando una crescente consapevolezza nell'interazione con la tecnologia. Le risposte al questionario testimoniano una visione critica dello strumento, spesso descritto come potente ma fallibile e da utilizzare con attenzione e competenza. Dal punto di vista andragogico, la possibilità di contribuire alla costruzione della valutazione ha prodotto effetti rilevanti: gli studenti hanno riferito una minore ansia rispetto alla prova d'esame e una maggiore comprensione del lavoro didattico, spesso sottovalutato o poco visibile. Infine, sotto il profilo metacognitivo, è stata rilevata – attraverso l'osservazione delle attività e delle interazioni avute con ChatGPT – l'attivazione di processi di riflessione, negoziazione e riformulazione. La necessità di valutare, correggere e argomentare ha contribuito a rafforzare competenze trasversali, in particolare comunicative e collaborative.

Non sono mancati, tuttavia, limiti e sfide operative. In primo luogo, la necessità di guidare gli studenti nell'uso dell'IA generativa ha richiesto un investimento iniziale non trascurabile in termini di tempo e formazione. Inoltre, la variabilità delle risposte fornite da ChatGPT nella risoluzione di esercizi complessi o nella costruzione delle griglie valutative ha talvolta generato frustrazione negli studenti con minore familiarità matematica o digitale. L'esperienza ha evidenziato quanto sia essenziale accompagnare con attenzione il passaggio verso l'autonomia operativa, affinché la dimensione riflessiva dell'attività non venga compromessa dalla complessità tecnica dello strumento. Un'ulteriore criticità ha riguardato la valutazione delle interazioni: mentre alcuni studenti hanno prodotto protocolli articolati e consapevoli, altri si sono limitati a un uso superficiale dell'IA, suggerendo un raggiungimento solo parziale del compito. Questi elementi indicano la necessità di strutturare con maggiore gradualità le fasi di avvicinamento all'attività e di prevedere momenti di confronto per sostenere una maggiore uniformità nella qualità delle esperienze.

In conclusione, si ritiene che la dimensione formativa di questa proposta risieda principalmente nella possibilità di ripensare la didattica universitaria in chiave partecipativa e trasparente. L'estensione di questo approccio ad altre aree disciplinari e l'integrazione, anche in altre forme, dei sistemi di IA generativa nella pratica didattica potranno arricchire ulteriormente l'esperienza educativa e contribuire alla formazione di studenti informati, responsabili e consapevoli. Per esempio, sarà importante, in prospettiva, approfondire la trasferibilità dei risultati emersi e continuare a esplorare criticamente aspetti centrali come la formulazione di prompt efficaci, la costruzione di criteri valutativi equi e la gestione degli errori

prodotti dall'IA. In queste sfide si intravede il vero potenziale educativo della proposta: abituare gli studenti a pensare, riformulare e negoziare significati – matematici e non solo – nell'interazione con le tecnologie del futuro.

Bibliografia

ASHCRAFT, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current directions in psychological science*, 11(5), 181–185.

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/1467-8721.00196>

BARDELLE, C., & DI MARTINO, P. (2012). E-learning in secondary–tertiary transition in mathematics: for what purpose?. *ZDM*, 44(6), 787–800. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0417-y>

CALDIN, R., GALLERANI, E., & COSTA, M. (2016). Le competenze per l'apprendimento permanente. In L. DOZZA, & S. ULIVIERI (Eds.), *L'educazione permanente a partire dalle prime età della vita* (pp. 891–898). FrancoAngeli.

FAIELLA, F. (2022). *Scaffolding: il concetto, le strategie e le tecniche del supporto ai processi di apprendimento*. FrancoAngeli.

GARTNER, A., KOHLER, M. C., RIESSMAN, F., & KOHLER, M. C. (1971). *Children teach children: Learning by teaching*. Harper & Row.

HATTIE, J. (2008). *Visible Learning*. Routledge.

DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203887332>

IANNELLA, A., & PAGANI, V. (2022). La scuola sullo schermo. Il contratto didattico e il curriculum nascosto durante la DaD e la DDI. *QTimes. Journal of education, technology and social studies*, 4, 471–486.

DOI: https://doi.org/10.14668/QTimes_14433

MARTIN, J. P. (1985). *Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler: Fremdsprachenunterricht auf der lerntheoretischen Basis des Informationsverarbeitungsansatzes*. Narr.

MIAO, F., & SHIOHIRA, K. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. DOI: <https://doi.org/10.54675/JKJB9835>

SKEMP, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20–26.

SNYDER, B. R. (1971). *The hidden curriculum*. Knopf.

WOOD, D., BRUNER, J. S., & ROSS, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>