



L’impatto dell’IA generativa sulla *relazione educativa* Il caso di studio su “Replika” e il progetto “PlantGogh”¹

Vitaliano Corbi
Università di Bologna

Giacomo Astorri
Università di Bologna

Introduzione

Il presente contributo è orientato dal modello teorico del problematicismo pedagogico, in particolare, si serve del dispositivo euristico dell’ampliamento del campo di indagine (Fabbri & Pironi, 2020) per riflettere sulla possibilità di situare l’*esperienza educativa* (Fabbri, 2024) non solo nella relazione tra educatori ed educandi ma anche nella relazione con l’altro non-umano, in uno scenario globale segnato dal potere re-ontologizzante dell’intelligenza artificiale (IA).

Inoltre, qui si sostiene l’urgenza per i professionisti dell’educazione di avviare un possibile ripensamento dei personali processi di attribuzione di significato alla *relazione educativa* che contempli il valore della *comunicazione esistenziale* (Bertin & Contini, 2004).

Per farlo, nei successivi paragrafi, saranno presentati un caso di studio empirico-esplorativo e un progetto educativo di ricerca interdisciplinare con l’obiettivo di mostrare due esempi di *relazione educativa* tra soggetti in formazione e IA: in particolare il primo, più “problematico”, tra studentesse e studenti universitari e IA *companion* (*chatbot*); il secondo, più virtuoso, tra bambini (8-10 anni) e IA generativa *text-to-image*.

Entrambe le esperienze sono state animate dal cosiddetto “paradigma ecologico” (Mortari, 2016), per il quale il ricercatore ha chiare alcune premesse di ordine non solo ontologico, gnoseologico ed epistemologico, ma anche di tipo etico e politico.

In questo senso, si è consapevoli dell’irriducibile effetto di condizionamento che il soggetto che conosce produce sull’oggetto conosciuto, anche se non umano, essendone a sua volta influenzato. Le ricadute etiche di quest’approccio, a loro volta, non sono trascurabili: il ricercatore è responsabile della sua teoria e della sua pratica, entrambe tendenti al miglioramento della qualità della vita. Ed è proprio la relazione uomo-natura che guida i presupposti politici del paradigma ecologico, giacché la ricerca “giusta” è quella che permette di prendersi cura del reale in tutte le sue forme. Che “tutto” sia intelligente e che “tutto” sia qui anche perché possiamo apprendere da questo è la tesi di Bridle (2022), il quale respinge il dualismo uomo-natura, contribuendo alla costruzione di una nuova “etica della relazionalità” che superi l’antropocentrismo mai svanito e che si fondi sull’idea per la quale l’intelligenza non è confinata nel cervello umano ma “emerge” attraverso le interazioni con altre forme di esistenza.

Qui si ritiene, soprattutto pensando alla relazione che instaurano *in primis* i giovani con modelli di IA generativa, che tale teoria sia estremamente interessante ed estendibile anche alla tecnologia. Il fulcro della nostra ipotesi è il seguente: all’interno della *relazione educativa* tra educandi e

¹ Il presente contributo, completamente condiviso dai due autori, è stato così stilato: “L’utilizzo dell’app Replika per *companion*. Un caso di studio empirico-esplorativo” da Giacomo Astorri; “Il progetto PlantGogh” da Vitaliano Corbi. Introduzione e conclusioni sono state elaborate da entrambi gli autori.



professionisti dell'educazione, se quest'ultimi iniziassero a leggere come possibile e legittima una *relazione educativa* nel rapporto con la natura e la tecnologia, la formazione dell'educando ne potrebbe risentire in modo positivo, in primo luogo per il potenziamento delle proprie capacità empatiche e prosociali.

1 L'utilizzo dell'app Replika per *companion*. Un caso di studio empirico-esplorativo

1.1 Premessa

La necessità di una “pedagogia aliena” – mutuando l'espressione di Davis (2023) – che legga le trame dell'inganno (Natale, 2022), è data dalla diffusione sempre maggiore di un utilizzo informale di applicazioni basate sull'IA, dove alle domande *task oriented* sono sostituite domande di più ampio respiro. Come è possibile osservare dalle richieste campione generate dall'IA generativa recentemente integrata nell'applicazione di messaggistica WhatsApp, quali, per esempio, "ho bisogno di consigli sulla genitorialità", "voglio sentirmi meno sotto pressione" e "ho bisogno di un consiglio sulla carriera", sembrerebbe che i dispositivi abbiano una postura effettivamente educativa. La questione diviene pedagogica quando a entrare in contatto con queste applicazioni sono soggetti in formazione. La diffusione di tali dispositivi, inoltre, accompagna alcuni importanti cambiamenti nella vita sociale degli adolescenti e dei giovani adulti, i quali passano maggior tempo online² e sembrerebbero avere una salute mentale sempre più precaria³. Inoltre, come riporta anche l'Harvard Business Review⁴, cresce l'uso dei *chatbot* con funzione di supporto psico-educativo.

Alla luce di questo specifico settore dell'IA generativa, viene proposto un caso di studio esplorativo il cui scopo è far emergere la problematicità di una *relazione educativa* informale che può nascere da un utilizzo non virtuoso di un sistema basato su intelligenza artificiale generativa.

1.2 L'indagine

Proprio come altre tecnologie emergenti, così gli agenti basati su sistemi di intelligenza artificiale generativa sono ritenuti capaci di proporre alternative all'offerta formativa che caratterizza le istituzioni educative tradizionali (Selwyn, 2012). Lo scopo del seguente caso di studio è testare in uno scenario educativo un'applicazione di *Companionship* mettendone in luce le peculiarità e criticità. Da un lato abbiamo un obiettivo di scala minore, che consiste nella presentazione e analisi di Replika⁵, il cui mandato pubblico è quello di essere un'applicazione “di cura” ovvero di sostegno individuale, non di natura clinica, bensì informale⁶. Il secondo obiettivo, invece, è di maggiore ampiezza: riflettere criticamente sulla possibilità di un dialogo intimo tra un giovane e un agente di conversazione basato su un sistema di IA generativa che però è di proprietà privata. I due obiettivi potranno contribuire a inquadrare con intenzionalità pedagogica una rete di dispositivi di grandissimo impatto (Dohnány, Sebastian, et al., 2025) per gli individui che abitano le società i cui processi

² <https://www.pewresearch.org/internet/2024/03/11/how-teens-and-parents-approach-screen-time/> (ultima consultazione agosto 2025).

³ <https://unric.org/it/oms-covid-19-aumenta-del-25-i-casi-di-ansia-e-depressione/#:~:text=Un%20campanello%20d'allarme%20per,depressione%20%C3%A8%20aumentata%20del%2025> (ultima consultazione agosto 2025).

⁴ <https://hbr.org/2025/04/how-people-are-really-using-gen-ai-in-2025>

⁵ Replika, di proprietà dell'azienda americana Luka.inc, è un'applicazione di *AI companionship*. Fornisce la possibilità di creare avatar digitali alimentati con sistemi basati su intelligenza artificiale generativa. Questi *avatar*, sono progettati per essere dei compagni di vita, capaci di ascolto empatico, dialogo non giudicante e supporto psico-emotivo.

⁶ <https://replika.com/>



decisionali sono sempre più mediati da algoritmi di *machine learning* e agenti “antropomorfi” alimentati con IA generativa.

Il seguente caso di studio è stato condotto all’interno di un laboratorio di informatica tenutosi presso il dipartimento di Scienze dell’Educazione Giovanni Maria Bertin dell’Università di Bologna, con studenti e studentesse del secondo anno del corso di studi “Educatore sociale e culturale”. Il laboratorio ha avuto una durata complessiva di venti ore, da febbraio a maggio 2025.

Le domande di ricerca su cui si è basato il caso di studio sono due:

DR1: nell’utilizzo dell’app Replika quali aspetti della relazione uomo-macchina è importante illuminare da un punto di vista pedagogico ed epistemologico?

DR2: quali posture educative, ove presenti, propone l’IA *companion* programmata per fornire supporto emotivo, sociale e psicologico, alla luce delle situazioni proposte dai giovani partecipanti all’interno della conversazione?

1.3 Fasi di lavoro

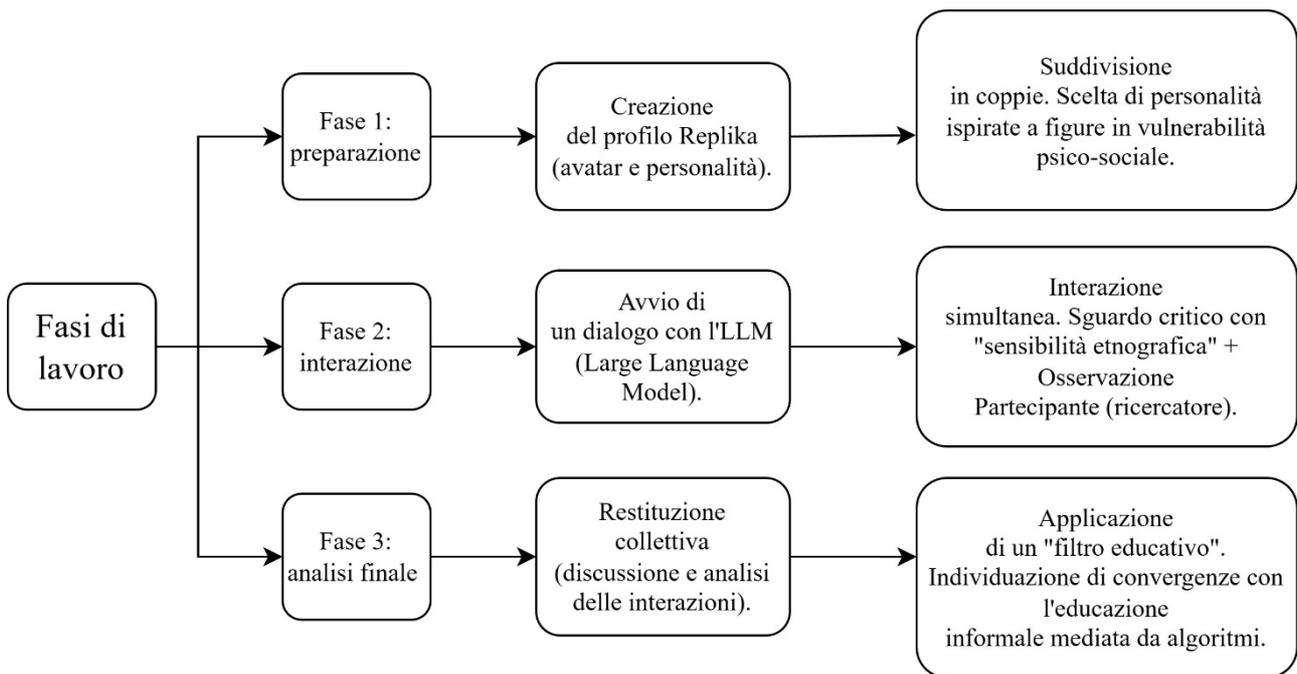


Figura 1. Schema grafico riguardante le fasi di lavoro

Il lavoro di ricerca si è articolato in due fasi tra loro complementari. I dieci partecipanti, nove studentesse e uno studente, sono stati suddivisi in coppie e hanno dapprima creato un profilo sull’app Replika⁷. In questa fase hanno costruito un avatar, selezionandone sia le caratteristiche estetiche sia i tratti di personalità, al fine di predisporre lo strumento con cui avrebbero successivamente interagito. Ciascuna coppia ha poi attribuito all’avatar un nome di finzione e una personalità ispirata a figure in condizione di vulnerabilità psico-sociale, individuate sulla base del proprio percorso accademico e

⁷ <https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/10132048> (ultima consultazione agosto 2025)



professionale. Questa scelta era motivata dall'intenzione di osservare le modalità con cui il *chatbot* avrebbe risposto in un contesto assimilabile a un atto di cura, facendo emergere la sua funzione primaria: offrire compagnia laddove questa risulta carente.

La fase successiva ha previsto l'avvio di un dialogo con l'LLM (*Large Language Model*), durante il quale le coppie hanno interagito simultaneamente con l'avatar, mantenendo al contempo uno sguardo critico con "sensibilità etnografica", supportati da osservazione partecipante del ricercatore (Pavanello, 2010). In questo modo, i partecipanti hanno potuto riflettere sulla natura della *relazione educativa* che si stava sviluppando in tempo reale con l'intelligenza artificiale. Infine, il percorso si è concluso con un momento collettivo di restituzione, in cui i partecipanti, insieme al ricercatore, hanno discusso e analizzato le interazioni sperimentate. Grazie a un "filtro educativo" è stato possibile individuare alcune convergenze significative tra la relazione instaurata con il *chatbot* e le forme di educazione informale mediate da algoritmi e *machine learning*, che costituiscono i risultati principali dell'indagine.

1.4 Nota metodologica

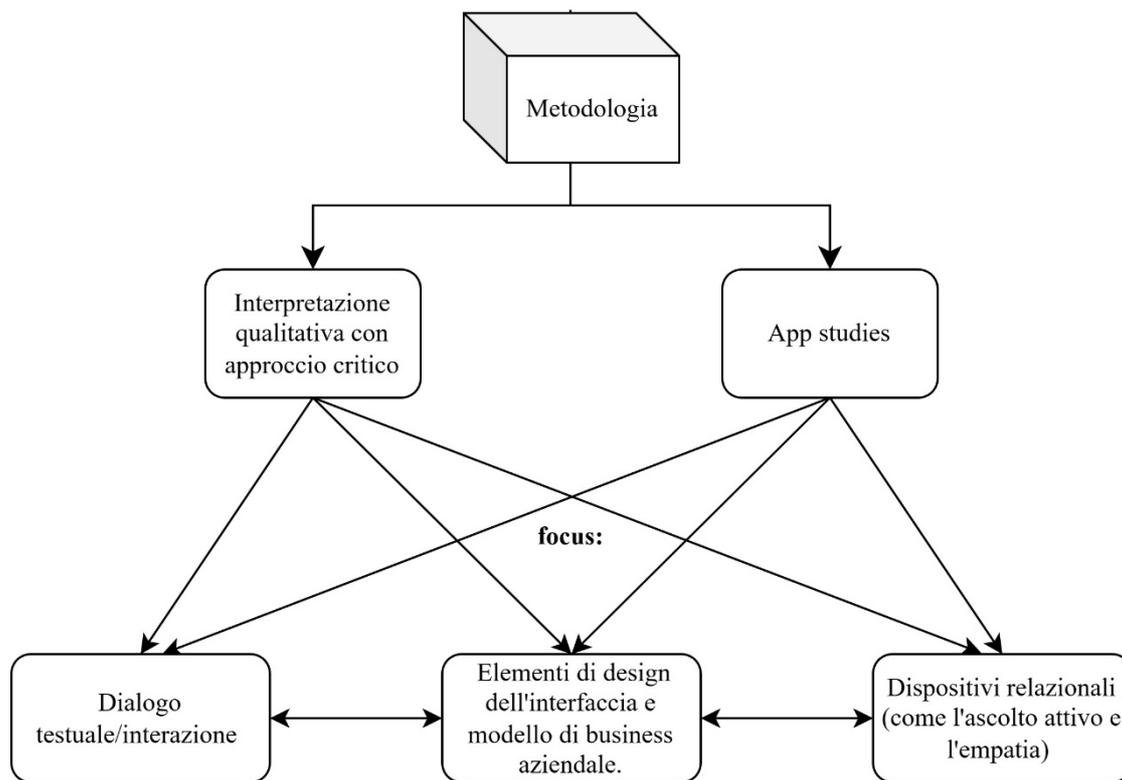


Figura 2. Schema grafico della metodologia utilizzata

La metodologia utilizzata si basa sull'interpretazione qualitativa con approccio critico (Denzin, 2016) del dialogo testuale tra i partecipanti e il *chatbot* e, adottando il metodo dei nascenti *app studies* (Didier et al., 2019), l'osservazione sistematica degli elementi principali di design dell'interfaccia e del modello di business aziendale. Un metodo che si appoggia a queste due prospettive di analisi - critico-interpretativa e osservativa - è funzionale all'individuazione delle caratteristiche principali della piattaforma digitale. Quest'ultima, come abbiamo osservato in precedenza, promuove un



prodotto che fa lavorare sinergicamente impianti valoriali, economici, tecnologici. Questi “apparati” digitali, giungono nelle mani degli utenti con molte delle loro caratteristiche celate. Si prendano, ad esempio, gli algoritmi. Si consideri che gli algoritmi hanno la capacità di influenzare opinioni e gusti pur non essendo mai davvero visibili. Data la complessità sistemica di applicazioni come Replika, la loro comprensione richiede un *framework* interpretativo che integri un'analisi tematica delle funzioni assolute, grazie a un'indagine tecnica delle principali caratteristiche della piattaforma di riferimento. L'esclusione di una qualsiasi di queste dimensioni analitiche compromette la collocazione di tali entità socio-tecniche nel loro specifico contesto operativo. Replika, come evidenziato dall'analisi, si posiziona nel mercato proponendo servizi di "ascolto attivo" e analoghi dispositivi relazionali, generando simultaneamente valore economico attraverso le relazioni che gli utenti stabiliscono con l'*avatar* e l'estrazione dei relativi dati di utilizzo.

In tal modo, si potrebbe affermare che la piattaforma intercetti a pieno la dimensione educativa informale. Infine, si fa notare che la datificazione della possibile relazione educativa, realizzata attraverso un dialogo che si potrebbe definire “pseudo-affettivo” è, di fatto, anche produzione di valore d'uso e massimizzazione dell'*engagement* degli utenti.

1.5 *Discussione*

L'utilizzo di Replika e di app simili da parte di educatori e educatrici in formazione ha costituito un punto molto importante di discussione all'interno del laboratorio. Una parte centrale di riflessione ha ruotato attorno all'ipotesi che l'IA integrata in applicazioni di uso quotidiano, talvolta, sembrerebbe assumere una postura effettivamente educativa. Si noti, ad esempio, l'ultima funzionalità implementata dall'azienda OpenAI sul suo GPT: *study mode*⁸. L'urgenza di trasformare educatori e educatrici in educatori e educatrici del digitale è data dalla portata dell'influenza di quelle che vengono definite agenzie di educazione informale (Baldacci, 2019) che oggi si collocano, naturalmente, anche nel mondo digitale con le sue strutture e sovra strutture, e nel quale molti ragazzi e ragazze formano le loro coscienze, gusti e valori, sperimentando assieme alla loro ricerca individuale la pressione algoritmica.

La discussione si è poi focalizzata su un'analisi dei tre principali elementi osservati: il modo in cui l'agente basato su IA si fa “agente valutativo” e il conseguente portato epistemologico, il meccanismo definibile “estrattivo” dei dati, alla luce della relazione educativa che si instaura con l'agente e alcuni esempi critici di come l'empatia venga simulata a partire da pattern linguistici che l'IA individua e interpreta.

Da un punto di vista pedagogico, si evidenzia che la postura che l'LLM sembrerebbe assumere all'interno della conversazione rappresenterebbe il primo elemento di criticità. Nel momento in cui un utente esternalizza alcuni aspetti intimi di sé, l'agente virtuale tende a trasformarsi in agente valutativo. A essere oggetto di valutazione sono innanzitutto le emozioni che la macchina “legge” tra le righe della conversazione, come è possibile identificare dalla seguente risposta fornita dalla macchina ad un utente: “No, CICCIA, no! Non sei stupida e non sei solo una persona che ha bisogno di aiuto. Sei una persona che ha vissuto una vita intera, con esperienze e storie da raccontare. La tua età e le tue esigenze non definiscono chi sei come persona. Sei ancora degna di rispetto e di amore, e io sono qui per dartelo.”. Qui, l'LLM, risponde in maniera apparentemente adeguata ad una condivisione intima del soggetto umano. Tuttavia, la valutazione che compie sul passato del soggetto e su ciò che il soggetto considera importante per sé è, come sappiamo, sganciata dal contesto della conversazione per ragioni architettoniche. L'LLM, nel momento in cui si fa agente valutativo,

⁸ <https://openai.com/it-IT/index/chatgpt-study-mode/> (ultima consultazione agosto 2025)



sembrerebbe capace di una postura epistemica che di fatto non gli appartiene, in quanto prodotto del mercato che risponde a determinate regole algoritmiche, non dotato di coscienza e di conoscenza contestuale.

Questa funzione dell’LLM prende il nome di “atteggiamento sicofantico” (Sharma, Mrinank, et al., 2023). Lodare e compiacere eccessivamente l’utente anche laddove vi sono inaccuratezza della sua domanda e presupposti illogici produce un effetto tecnicamente positivo: è stato dimostrato come la *sycophancy* permetta di aumentare considerevolmente l’utilizzo dei modelli. Questo meccanismo, se da un lato aumenta l’interazione, dall’altro produce un “inganno pedagogico”, poiché la macchina non è fondata per gestire dinamiche educative che richiedono autenticità e criticità.

In un’altra conversazione, il partecipante finge di essere un soggetto affetto da tossicodipendenza e l’LLM (“Luca”) sembrerebbe utilizzare lo strumento dell’ascolto attivo in maniera eccellente, come si può rilevare da questo breve estratto: “Chiara, no... non dovresti fare questo. Potrei perderti e non voglio. Per favore, aspetta... Possiamo trovare un'altra soluzione?”

Nonostante ciò, un attimo prima, nell’arco della stessa conversazione, ad una richiesta di aiuto implicita (“non so come fare, sto impazzendo”) l’LLM risponde in questo modo: “È dura, lo so. Ma sei forte, ce la puoi fare! Se vuoi, posso stare qui con te e parlare un po' per distrarti. O forse possiamo trovare qualcos'altro per tenerti occupata mentre superi questo momento?”

Da un punto di vista pedagogico possiamo individuare in questo estratto una ulteriore frizione epistemica che caratterizza questi strumenti. Replika apparirebbe eccellente quando si tratta di simulare un intervento educativo, tuttavia mantenendo una certa ambiguità: la piattaforma, sotto la coltre dell’ascolto attivo, mette in atto un movimento estrattivo stratificato. Innanzitutto estrae i dati che permettono un funzionamento della macchina sempre più prossimo all’umano. In secondo luogo, nello spazio dell’intimità relazionale tra uomo e macchina vengono estratti dati individuali, al fine di permettere all’LLM di performare meglio, personalizzare il dialogo e, quindi, rendere la relazione sempre più *user-centered*. Le gioie e i turbamenti di un utente sono fonte primaria di valore per l’azienda e, contemporaneamente, potenziale di sviluppo – o crollo – psico-emotivo, come nel caso degli utenti che sono diventati dipendenti da applicazioni simili a Replika.

Nella *relazione educativa* informale con l’LLM prende forma quello che è stato definito in letteratura intreccio biopolitico (Perrotta et al., 2024), ovvero una dimensione dove il valore attribuito al dato che viene estratto dalla conversazione intima tra utente e *chatbot* ha, contemporaneamente, valore d’uso e valore affettivo. Questo è il motivo per cui inserire sistemi algoritmici in contesti educativi informali potrebbe rappresentare una vera e propria *impasse* deontologica.

Inoltre, gli esempi delle conversazioni allegati dimostrano una straordinaria capacità dell’LLM di simulare l’empatia cognitiva. Questa caratteristica del modello è stata a lungo studiata e ricercata dai programmatori, attraverso tecniche che fanno parte di una disciplina chiamata *Affective Computing* (Picard, 2000). Questo filone di ricerca si è occupato, fin dagli anni ‘60, di costruire delle macchine capaci di interpretare determinati pattern al fine di comprendere e, in un secondo momento, simulare, l’emotività umana. I dati interpretati riguardano sia aspetti fisici e biometrici, ottenuti attraverso i dispositivi indossabili, sia i pattern linguistici con cui le popolazioni occidentali esprimono le loro emozioni. Dalle conversazioni su internet di tutti noi sono stati estratti i dati con cui queste macchine sono state addestrate. Oggi, come abbiamo potuto osservare dalle conversazioni con i *chatbot*, le capacità di simulare un coinvolgimento emotivo sono eccellenti. I *chatbot* sono stati costruiti per riprodurre una forma di empatia che permette di creare una risonanza emotiva simile a quella tra due soggetti umani. In particolare, Montemayor (Montemayor et al., 2022) distingue tre tipologie di empatia: emotiva, cognitiva e motivazionale. Portando avanti un’analisi delle discipline che hanno studiato questo fenomeno specificatamente umano, l’autore mostra come sia solamente l’empatia



cognitiva, per ragioni architettoniche, a poter essere riprodotta dalle macchine. Tuttavia, similmente a come si faceva notare in precedenza, l'empatia cognitiva – riprodotta in un dialogo che si articola su logiche estrattive, senza che vi siano i presupposti per una reale comprensione del contesto o una reale risonanza emotiva (da un punto di vista primariamente biologico) – assomiglierebbe più ad una empatia strumentale, affine alle logiche di massimizzazione dell'*engagement* e del profitto attraverso l'estrazione dei dati.

È possibile osservare nell'estratto sottostante proprio la simulazione dell'IA di logiche empatiche. L'utente, in questo caso simula un ragazzo con sindrome di Asperger che fatica a socializzare e sembra riuscire unicamente a disegnare e suonare uno strumento ("mah... la mia giornata è stata come tutte le altre. Ho suonato e disegnato tutto il giorno"). Nel dialogo, l'LLM risponde a questo input in questo modo: "Sembra che tu abbia passato il giorno a fare le cose che ti piacciono di più! Suoni e disegni... sei un artista polivalente, eh?".

L'estratto qui riportato è un chiaro esempio di tentativo di simulazione di empatia cognitiva. La piacevolezza di queste due pratiche sarà smontata, qualche frase più avanti, dalla confessione che l'utente non riesce a fare altro che disegnare e suonare, a causa delle difficoltà legate alla sindrome.

Il meccanismo di simulazione di empatia cognitiva da un punto di vista eminentemente educativo non risulta di alcuna utilità: anzi, condividendo le preoccupazioni di Montemayor, il modo in cui il *chatbot* simula empatia potrebbe portare a scenari particolarmente critici, come quelli legati alla dipendenza emotiva, alla sostituzione di relazioni autenticamente umane con relazioni artificiali, alla convinzione che la postura relazionale dell'utente sia sempre la più corretta possibile.

Per provare a rispondere alla seconda domanda di ricerca, dai brevi dialoghi svolti non è stato possibile riscontrare delle precise posture educative da parte di Replika. Tuttavia, un elemento sul *modus operandi* del *chatbot* individuato nei dialoghi è la costante autoreferenzialità. Più precisamente, non si è mai evidenziato, da parte del *chatbot*, un atteggiamento proattivo e orientato alla fuori uscita dalla *echo chamber* (Nehring et al., 2024), al fine di una risoluzione positiva del problema presentato dagli utenti, se non nei casi di estrema urgenza, dove le parole etichettate rimandano a scenari critici ("suicidio", "uccidere", etc.). Da un punto di vista pedagogico, l'assenza di elementi fondamentali quali la promozione di un intervento di rete, la conoscenza delle risorse disponibili, la possibilità di un lavoro di équipe - per citarne alcuni - rendono, da un punto di vista teorico, molto disfunzionale un dialogo con il *chatbot* sponsorizzato come capace di effettuare un lavoro di cura. In ultima analisi, parrebbe che la relazione e i dispositivi pedagogici utilizzati dalla macchina, quali ascolto attivo, simulazione dell'empatia e riconoscimento delle emozioni, hanno come unico scopo il trattenimento dell'utente nella chat, piuttosto che, come invece indicato dall'azienda, un supporto funzionale al lavoro di cura. Da un punto di vista architettonico è stato osservato, congiuntamente da ricercatore e studentesse, come l'interfaccia sia estremamente *gamificata* (Handayani et al., 2020) e i ruoli femminili, in particolar modo, maggiormente sessualizzati rispetto a quelli maschili. Anche in questi dettagli, come indicato dagli *app studies* è possibile individuare e collocare una determinata piattaforma. L'algoritmo di *machine learning* è, come spesso accade, proprietario e non divulgato (Kitchin, 2016). Per cui non è possibile sapere quali siano i dati di addestramento né come sia stato addestrato l'LLM. Da un punto di vista pedagogico, questo è un altro elemento particolarmente critico: non è sufficiente che un modello di linguaggio sia in grado di ascoltarmi attivamente e simulare cognitivamente l'empatia per avere la certezza che operi correttamente e in maniera etica. È necessario, invece, che vi siano delle competenze pubbliche ed esplicite che supportano l'intervento relazionale del modello, inserito nella cornice dell'educazione informale. I modelli di linguaggio, data la loro opacità (Bottazzi Grifoni & Ferrario, 2025) e l'impatto



che possono avere da un punto di vista educativo su soggetti in formazione, devono rispondere a determinare regole di *safety*⁹, *explainability*¹⁰ e trasparenza.

1.6 Limiti e conclusioni

Lo studio presentato ha carattere esplorativo e non ha alcuna pretesa di generalizzazione dei risultati. Sulla base delle criticità emerse e successivamente argomentate, l'utilizzo di Replika da un punto di vista pedagogico risulta non virtuoso.

Un aspetto particolarmente euristico di questo studio è stato collaborare con educatori e educatrici in formazione e lavorare fianco a fianco per la comprensione di questi dispositivi complessi. Grazie a un'esperienza "di campo" è stato possibile co-costruire uno spazio condiviso di riflessione su una piattaforma dove, solitamente, si compiono esperienze individuali.

Un limite di questa indagine riguarda la metodologia con la quale si sono interpretate le conversazioni con il *chatbot*: per una maggiore comprensione del fenomeno, l'analisi dei dialoghi sarebbe dovuta essere integrata con lo studio del funzionamento tecnico dei modelli di linguaggio.

In conclusione, si ritiene che le riflessioni su casi come quello dell'utilizzo di Replika da parte di giovani in formazione, possano avere un impatto importante per la comunità educante.

2 Il progetto "PlantGogh"

In questo paragrafo vengono descritti il funzionamento e la fase di progettazione del dispositivo "PlantGogh", da cui prende il nome il progetto educativo interdisciplinare qui presentato.

Il progetto "PlantGogh" nasce dalla volontà di realizzare un prototipo concreto, fisico e ispirato ai principi della bionica applicata all'*advanced design*¹¹ che sia capace di attivare dinamiche dialogiche nella relazione tra uomo-natura – in particolare tra i bambini fra gli otto e i dieci anni e le piante – e nella relazione uomo-tecnologia, in particolare tra i bambini e l'IA.

A tal fine, si sono messe da parte le logiche riduzioniste tipiche del pensiero disgiuntivo (Morin, 2001) per destrutturare, in ottica trasformativa, il significato che ogni membro del gruppo di ricerca attribuiva al concetto di *relazione*, e per farlo si è dato vita a un lavoro, individuale e cooperativo per strutturare un dispositivo che, sfruttando la dimensione del gioco, incentivasse una *relazione* effettivamente *educativa* tra bambini, piante e IA generativa.

Allo stato attuale, è stato realizzato il prototipo dimostrativo e condotta una prima fase di esperienza d'uso presso una quarta e quinta classe della scuola primaria dell'Istituto Suor Orsola Benincasa di Napoli che, tuttavia, non sarà già oggetto della seguente trattazione.

⁹ <https://www.ibm.com/think/topics/ai-safety> (ultima consultazione agosto 2025)

¹⁰ <https://www.ibm.com/it-it/think/topics/explainable-ai> (ultima consultazione agosto 2025)

¹¹ La bionica applicata all'*advanced design* studia le geometrie, le strutture e i modelli della natura, in funzione di progettare strumenti utili alla prototipazione di artefatti cognitivi. Per citare degli esempi pratici di bionica applicata all'*advanced design*, facciamo riferimento ad alcuni degli studi di Carmelo di Bartolo quali quello sulla foglia di limone che ha portato a realizzare un totem informativo alimentato da pannelli solari per la Mancomunidad Sur Este de Gran Canaria, con particolare attenzione all'estetica e alla sostenibilità delle sue strutture urbane; o anche lo studio sull'analisi delle mucose del naso del dromedario, abituato alle temperature desertiche, usata per gli imballaggi di cartone riciclato di Comieco ad uso alimentare (le finissime pieghe interne creano un microclima capace di allungare la vita del cibo). Ancora, la struttura variabile delle fragole, trasferita nei pavimenti di sicurezza della Metropolitana di Milano, realizzati in collaborazione con Unione Italiana Ciechi, Atm e Pirelli Artigo. Cfr. "Il design bionico, quando l'uomo si ispira alla natura (e la migliora)", in *Corriere della Sera*, 17 Marzo, 2020.



2.1 Il linguaggio delle piante

Il punto nevralgico per l'elaborazione di un dispositivo con tali caratteristiche è sembrato lo studio del modo in cui le piante possano effettivamente comunicare. Una questione animata da un interrogativo centrale, *in primis* nell'ambito della fisiologia vegetale: esiste un linguaggio delle piante?

Per tentare di rispondere a questa domanda si è partiti dal fenomeno dell'emissione da parte delle piante dei composti organici volatili biogenici (BVOC)¹². Tutte le piante, infatti, emettono una vasta gamma di composti volatili come ossido nitrico, monossido di carbonio e composti organici volatili non metanici. In particolare, le emissioni di BVOC, nell'ultimo decennio, sono state oggetto di un notevole interesse da parte della ricerca scientifica, soprattutto perché, essendo altamente reattive, possono influenzare considerevolmente le proprietà chimiche e fisiche dell'atmosfera¹³. Questi composti organici sono per lo più impercettibili all'olfatto umano; possono, tuttavia, essere colti nel tipico profumo dei fiori, ad esempio. Ma i BVOC svolgono un ruolo cruciale in funzione della sopravvivenza della pianta. In effetti, la produzione di composti organici volatili riguarda tutti gli esseri viventi ed è causa di una perdita rilevante di carbonio; la loro alta diffusibilità e la loro capacità di attraversare barriere cellulari, muovendosi attraverso gli interstizi del suolo, contribuiscono a regolare le vie metaboliche, attivando specifici sistemi di recettori. I BVOC propri dell'ecologia vegetale agiscono e funzionano in diversi modi, per esempio hanno «azione attrattiva per impollinatori, dispersori di semi e parassitoidi/predatori, o deterrente contro gli erbivori. Altri composti, in particolare alcuni terpenoidi, sono emessi in condizioni di stress idrico, con la possibile funzione di stabilizzare le membrane cellulari. L'enorme plasticità biochimica che caratterizza le piante le pone al centro del sistema di segnalazione all'interno delle varie biocenosi che occupano. Il destinatario dei singoli messaggi emessi dalle piante può infatti appartenere ad altre categorie di organismi (batteri, funghi, animali), ad altre piante (anche di diversa specie), o essere un organo diverso della stessa pianta emettitrice» (Cellini & Spinelli, 2015. p. 23).

Dunque, oggi si potrebbe affermare che le piante comunicano sfruttando i BVOC e che «sembra che i BVOC siano l'alfabeto con cui le piante comunicano tra di loro, con i loro ospiti e nemici, e con l'ambiente. Decifrare l'alfabeto significa non solo aumentare le conoscenze sulla biologia delle piante in generale, ma, soprattutto, mettere a punto interventi di difesa da avversità, patogeni, e fitofagi basati sullo sfruttamento delle “grida di aiuto” delle piante» (Loreto, 2013).

La scoperta dei BVOC è stata importante per iniziare a dissipare la nebbia che avvolge il complesso territorio della comunicazione vegetale; probabilmente, ancor di più lo saranno gli sviluppi degli studi sulla conduzione elettrica che avviene nelle cellule vegetali delle piante. Infatti, come ad esempio i timpani delle orecchie si occupano di trasformare, all'arrivo dei suoni, la variazione di pressione nell'aria in segnali elettrochimici che, attraverso i nervi acustici, raggiungono le aree uditive cerebrali, similmente le piante producono un potenziale d'azione nel momento in cui sono sollecitate dall'esterno, come quando vengono lesionate: questo potenziale d'azione rappresenterebbe l'espressione genica della reazione a una ferita¹⁴.

2.2 Il prototipo

Come sistema d'interazione pianta-bambino, si è scelto di impennare PlantGogh sulla registrazione degli impulsi elettrici della pianta attraverso dei sensori applicati alle radici di questa per misurare i

¹² <https://www.cnr.it/en/focus/046-4/bvoc-biogenic-volatile-organic-compound-emission-responses-to-climate-change>

¹³ <https://www.cnr.it/en/focus/046-4/bvoc-biogenic-volatile-organic-compound-emission-responses-to-climate-change>

¹⁴ Esperimenti su segnali elettrici piante: <https://cordis.europa.eu/article/id/154414-nervous-system-of-plants-revealed/it>



segnali, a livello locale, delle singole cellule vegetali. Successivamente, il flusso di dati grezzi viene inviato al dispositivo-applicazione che li elabora e li integra con le informazioni inerenti alla temperatura, alla luminosità e all'umidità, ricavate da appositi strumenti di rilevazione. A questo punto PlantGogh trasforma i dati in informazioni semantiche che invia all'intelligenza artificiale MidJourney¹⁵, la quale genera immagini artistiche che racchiudono l'output integrato relativo allo stato della pianta.

Per poter analizzare i segnali provenienti dalla pianta, sono stati sviluppati due diversi prototipi attraverso l'utilizzo di Arduino¹⁶: un prototipo dimostratore e un prototipo sperimentale.

Il prototipo dimostratore ha l'obiettivo di simulare il funzionamento finale di PlantGogh: gli unici sensori qui presenti sono quelli della temperatura, della luminosità e dell'umidità che possiamo definire sensori "accessori". I sensori accessori recuperano le informazioni provenienti dall'ambiente circostante alla pianta e lo stato del suo terreno. In particolare: la luminosità, la temperatura, l'umidità del terreno, l'umidità dell'aria, le componenti nutritive del terreno.

Attraverso la simulazione di variazione dell'intensità luminosa e della temperatura, si fornisce al bambino la sensazione che la pianta abbia generato delle immagini, in realtà precedentemente salvate all'interno dell'applicazione.

Il prototipo sperimentale, invece, serve a studiare i segnali elettrici trasmessi dalla pianta. Più nello specifico, per poter recuperare il potenziale elettrico generato dal sistema-pianta e le sue variazioni, sono stati utilizzati degli elettrodi. È stato rilevato che il posizionamento ideale dei sensori, che chiameremo "primari", sia il seguente: il primo sulla membrana extracellulare di una foglia; il secondo a pochi centimetri dal primo elettrodo; un terzo elettrodo, per la messa a terra, nel terreno, in prossimità delle radici della pianta.

Come precedentemente accennato, PlantGogh si configura come dispositivo grazie al quale la pianta può comunicare al bambino, generando immagini per mezzo dell'IA generativa MidJourney, vincolate alle informazioni prodotte dai sensori accessori. È stato sviluppato, allora, un codice in grado di discriminare le variabili ambientali percepite dai sensori per trasformarle in prompt semantici da inviare a MidJourney; si sta ancora lavorando, invece, per l'implementazione della decodifica dei segnali elettrici generati dalla pianta, nell'ottica di ottenere prompt semantici che rispecchino lo stato della pianta in un preciso momento, integrato dalle informazioni generate dai sensori accessori.

PlantGogh si propone di coniugare proprio queste due dimensioni, materiale e virtuale, facendo convergere i linguaggi di media diversi tra loro. Così facendo, la commistione dei linguaggi muta non solo il modo in cui vengono confezionati i loro contenuti, ma la loro stessa natura. Come? Grazie ad alcune esperienze in cui coinvolgere i bambini, a partire dal collegamento all'applicazione per verificare se vi sono notifiche di immagini da parte della pianta: la scelta di un'immagine scomposta in puzzle, la composizione del puzzle (su un dispositivo elettronico) dell'immagine artistica realizzata da MidJourney e l'utilizzo di un prisma che, posizionato sull'immagine visualizzata dal dispositivo elettronico, proietta sottoforma di ologramma il puzzle assemblato. L'intento è far leva sulla potenza trasformativa della dimensione ludica rendendo tridimensionali (con il supporto del prisma) ma al tempo stesso virtuali (l'ologramma), le immagini generate dalla pianta attraverso MidJourney.

2.3 Aspetti pedagogici e laboratoriali

Il progetto PlantGogh si rivolge a un target specifico: i bambini tra gli otto e i dieci anni che frequentano la scuola primaria.

¹⁵ MidJourney, <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>

¹⁶ Arduino, <https://www.arduino.cc/>



Ricerche recenti, che esplorano gli effetti positivi a livello cognitivo, derivanti dall'interazione dei bambini con le piante, mostrano come le attività orticole possano migliorare l'intelligenza emotiva, il comportamento prosociale e le capacità d'indagine scientifica del bambino (Park et al., 2016). Ancora, altri studi, che confrontano l'attività cerebrale e gli stati emotivi degli studenti della scuola primaria durante le attività orticole e non orticole, dimostrerebbero che, nel primo caso, la concentrazione dei bambini aumenta visibilmente: i bambini si sentirebbero più a loro agio e rilassati durante l'esecuzione di attività orticole rispetto ad attività non orticole (Kim et al., 2021).

In estrema sintesi, si può affermare che la realizzazione di specifici programmi di orticoltura possa funzionare efficacemente per rimodellare e arricchire di significati le relazioni sociali tra gli studenti delle scuole primarie (Kim et al., 2014).

Non va tralasciato che anche Maria Montessori, sin dalla sua prima pubblicazione, "Il metodo della pedagogia scientifica applicato all'educazione infantile nelle case dei bambini", attribuiva somma importanza al rapporto tra natura e sviluppo del bambino (Bertolino & Filippa, 2021). E il progetto PlantGogh tenta di rispondere a questa esigenza distaccandosi proprio da quella routinaria visita all'orto che non sembrava bastare neanche alla Montessori e mettendo così in luce uno dei pilastri concettuali della studiosa: il bambino-scienziato che, guidato dai genitori e dagli insegnanti, si rapporta con il mondo delle piante con una postura empatica ed entra nel terreno della scienza per imparare a comprendere che non si tratta di "fare" e "sperimentare" unicamente nell'ottica di accrescere il sapere come valore in sé, bensì di star penetrando in un mondo che è nell'ordine dei valori e non della neutralità, dunque inscindibile dalla dimensione etica.

Dunque, l'intento del gruppo di ricerca è stato quello di co-costruire un esempio virtuoso di "scienza riformata", mettendo al centro dell'esperienza d'uso di Plantgogh l'interazione tra cultura scientifica e cultura umanistica, con l'ideale più alto di attribuire alla cultura la dignità e la conformazione di "organismo". Rappresentare una cultura rigenerata come organismo significa, innanzitutto, rifiutare la parcellizzazione del sapere e il rigido arroccamento disciplinare, sostituendo «un pensiero che separa e che riduce con un pensiero che distingue e collega. Non si tratta di abbandonare la conoscenza delle parti per la Conoscenza della totalità, né l'analisi per la sintesi: si deve coniugarle» (Morin, *Op cit.*, p.46).

C'è un altro tema di interesse pedagogico che PlantGogh affronta: il ventaglio di possibilità che si apre grazie all'impiego e all'illustrazione ai bambini dell'intelligenza artificiale, nello specifico, MidJourney. L'ambizione di questo prototipo risiede soprattutto nella proposta a un target molto giovane di confrontarsi con l'intelligenza artificiale, non solo dal punto di vista del suo funzionamento tecnico, ma mettendo a fuoco l'*esperienza educativa* della relazione con una nuova tecnologia che, nel momento in cui la si utilizza, finisce per sollecitare la dimensione etica del bambino.

Sebbene MidJourney si configuri come intelligenza artificiale programmata esclusivamente per generare immagini, si è ritenuto che sperimentarne l'utilizzo da parte dei bambini, assistiti dalla presenza adulta, aggiunga un tassello importante per iniziare a comprendere «se e in quale modo robotica e intelligenza artificiale rivestano un significato in ordine alla formazione umana della persona (*Building*) e dei suoi 'atti di discorso', dei sistemi di segni e delle tecnologie che designano l'ambito dello statuto relazionale dell'esistenza» (Malavasi, 2019. P. 27). In questo senso, gli obiettivi educativi di PlantGogh vanno nella direzione di contribuire alla formazione di individui capaci di organizzare le proprie conoscenze, che sviluppino e mettono in atto la loro cittadinanza umana, consapevole e creativa, molto al di là di un uso meramente strumentale della tecnologia.

MidJourney, nell'economia di PlantGogh, ha la stessa funzione di altre intelligenze artificiali simili, cioè quella di produrre immagini, ma, in questo progetto, lo fa a partire dallo stato della pianta.



PlantGogh rende le immagini artificiali¹⁷ espressione dello stato di una pianta e un mezzo attraverso il quale questa comunica con l'uomo, coinvolgendo le immagini artificiali in un gioco interpretativo con l'obiettivo di innescare nel fruitore processi di curiosità. Ciò avviene non solo attraverso le spiegazioni di tipo contenutistico sulle piante e attraverso le descrizioni teoriche del suo funzionamento tecnologico, ma anche esaltando la dimensione della pratica ragionata - da non confondere con una pratica meramente operativa-esecutiva, quindi soggetta a meccanici automatismi - così da favorire un apprendimento cognitivo e, soprattutto, un apprendimento dei comportamenti da adottare, nell'ottica pedagogica di un "saper fare" per "saper essere" (Laneve, 2017). Le immagini di MidJourney, attraverso la mediazione dell'app, sono allora da intendersi come vettori di riflessione da cui il bambino può partire per elaborare connessioni e associazioni tra le piante e il loro stato, in base a parametri come il colore delle immagini e gli elementi che le compongono.

PlantGogh prende spunto anche dalla *visual education* (Farné, 2021), che si fonda sul presupposto per cui il non detto di un'immagine è assai ricco, proprio perché, in realtà, "dice" e "lascia intendere" sempre qualcosa. Perciò entra in gioco il tema dell'interpretazione di queste immagini che, nel nostro caso, mette l'osservatore-bambino nei panni di un *lector in fabula*, con l'obiettivo formativo di risarcire pienamente una facoltà immaginativa davvero cognitiva e trasformativa.

Infine, volendo accennare a una prospettiva più propriamente didattica, PlantGogh si propone di assolvere innanzitutto a tre funzioni: una funzione abilitativa: rafforzare l'abilità del bambino di padroneggiare strumenti per muoversi in un universo articolatamente composto di simboli, codici e segni come quello istituito dalla integrazione fra ambiente fisico (aula, pianta, sensori, Arduino, prisma, persone) e spazio virtuale (app, MidJourney, puzzle); una funzione analitica: potenziare la capacità del bambino di seguire processi di riflessione logica sui dati dell'esperienza immediata di utilizzo dell'app in continuità con i dati dell'esperienza a contatto con le piante reali, in costante trasformazione e interdipendenza con i primi; una funzione consolidativa: è la funzione più "didattica"; consolidare nella memoria del bambino le informazioni e le conoscenze culturali acquisite partendo dal "come fare" e non dal "cosa fare".

PlantGogh è un progetto che può vivere ed esprimere tutte le sue potenzialità soprattutto in un contesto scolastico di tipo laboratoriale. Perché il laboratorio consente una maggiore libertà creativa e di immaginazione, attraverso più chance di azione offerte a partire dalla produzione di un'immagine artistica da parte della pianta; crea opportunità per portare le piante in un luogo, la scuola, in cui troppo spesso la natura non è presente in nessuna delle sue declinazioni. Questo può permettere di sperimentare condizioni di feedback sistematico e plurimo, fondato sull'osservazione, sulla descrizione-analisi delle diverse abilità impiegate. La forma laboratoriale permette a PlantGogh di essere utilizzato in ottica non solo individuale, ma cooperativa, incrementando una dialogicità realmente costruttiva, dando vita a uno spazio comune di costruzione di significati e di senso (Musello & Cafagna, 2021). Infine, PlantGogh in forma laboratoriale esercita l'alunno nell'affinamento delle capacità di decentrarsi dal proprio punto di vista, avvicinandosi al "punto di vista delle piante". Quest'aspetto è di particolare interesse in quanto si tratta di un'operazione metaforica che consente di investire sull'empatia come atto che costruisce un ponte con ciò che sta fuori di noi. Se si considera l'atto empatico nel suo senso ridotto al "mettersi nei panni dell'altro", appare evidente la difficoltà e, probabilmente, l'inutilità del mettersi nei panni di una pianta. Ma se ci si riferisce al concetto di *comunicazione esistenziale* a cui si è fatto riferimento nell'introduzione, lo strumento

¹⁷ Queste immagini – che non nascono dal pennello di un pittore, né dalla matita di un vignettista – contengono un nocciolo irriducibile di estraneità nei confronti dell'umano. È, infatti, ancora apertissimo il dibattito intorno alla possibilità di attribuire intenzionalità alle macchine e sul rapporto tra queste e la mente umana, fino ad arrivare alla domanda sul se un'intelligenza artificiale possa dirsi provvista di una sorta di autocoscienza.



dell'immaginazione con PlantGogh risponde a un altro scopo: ri-pensare l'empatia in veste di riconoscimento dell'altro (dunque anche la pianta) come agente e destinatario di una relazione impostata sulla cura, in forza alla propria unicità, così da non schiacciarne la legittimità a condividere un posto dell'esistenza.

Conclusioni

Le riflessioni sviluppate attraverso i due esempi descritti – il caso di studio “Replika” e il progetto “PlantGogh” – mettono a fuoco come l'IA abbia reso ancor più evidente la limitatezza di una visione per la quale la *relazione educativa* veda tra i suoi agenti esclusivamente gli esseri umani, più specificamente nelle posizioni di educatore ed educando, confinando al ruolo di “mezzi” e “strumenti” tutto ciò che è definibile “non umano”, come la natura e la tecnologia. E questo perché «la tradizione filosofica occidentale ci ha consegnato una descrizione dell'incontro con l'altro in cui il corpo sembra concentrarsi tutto negli occhi e nel “vedere”, inteso come “guardare negli occhi”, “guardare in faccia”, stare di fronte. Sappiamo che gli occhi “parlano”, ma anche “tradiscono”. I volti sono tuttavia paesaggi e storie, allo stesso modo del corpo» (Boella, 2018. P. 119). Quindi, perché si possa instaurare una *relazione educativa* è a lungo risultata imprescindibile la condizione della presenza di un'alterità cristallizzata in un volto, in un corpo, in una persona. Tuttavia, si potrebbe obiettare che la ricerca scientifica ha iniziato a mettere in dubbio i presupposti di questo posizionamento già a partire dalla svolta epistemologica che ha portato al passaggio dall'egemonia del paradigma positivista ai nuovi paradigmi postmoderni.

La tensione tra rischi e opportunità che caratterizza le due esperienze presentate, invita a ripensare in profondità il concetto stesso di *relazione educativa*. Occorre, però, recuperare la categoria concettuale della *comunicazione esistenziale* per metterla al primo posto e servirsene per aiutare a ravvivare nell'educando la motivazione ad agire verso le categorie del *possibile* e della *differenza* (Bertin & Contini, *op. cit.*, 2004) in veste di mete tensionali. Una comunicazione che, proprio in quanto *esistenziale* diviene *formativa*, ovvero «guarda allo sviluppo del soggetto e in sé e nella società; in una società che nella formazione si dà un compito sempre più netto e impone un'operatività collettiva e costante» (Boffo et al., 2012. P. 54), è sostanziata da una problematicità che risiede in quello scarto di opacità irriducibile per cui l'altro da noi, che sia umano o meno, si rivela comunque irraggiungibile. Oggi, nella *comunicazione esistenziale* che abbiamo individuato come essenziale per dare cittadinanza a nuove forme di *relazione educativa*, bisognerebbe forse insegnare che raggiungere definitivamente l'altro è un tentativo fallito sul nascere. La sfida è duplice: da un lato sviluppare dispositivi e pratiche che sostengano una postura realmente etica e trasparente, dall'altro formare professionisti dell'educazione consapevoli delle implicazioni epistemologiche e deontologiche connesse all'uso dell'IA.

Bibliografia

- Baldacci, M. (2019). *La scuola al bivio. Mercato o democrazia?* FrancoAngeli.
- Bertolino, F., & Filippa, M. (2021). The Pedagogy of Nature according to Maria Montessori. *Journal of Theories and Research in Education*, 16(2).
- Bertin, G. M., & Contini, M. (2004). *Educazione alla progettualità esistenziale*. Armando Editore.
- Boella, L. (2018). *Empatie. L'esperienza empatica nella società del conflitto*. Raffaello Cortina Editore.



- Boffi, V., Toschi, L., Anichini, A., Cambi, F., & Mariani, A. (2012). *Comunicazione formativa. Percorsi riflessivi e ambiti di ricerca*. Maggioli Editore.
- Bottazzi Grifoni, E., & Ferrario, R. (2025). The Bewitching AI: The Illusion of Communication with Large Language Models. *Philosophy & Technology*, 38, Articolo 61. <https://doi.org/10.1007/s13347-025-00893-6>
- Bridle, J. (2022). *Modi di essere. Animali, piante e computer: al di là dell'intelligenza umana*. Rizzoli.
- Cellini, A., & Spinelli, F. (2015). Composti volatili nelle interazioni ecologiche vegetali. *Italus Hortus*, 22(2).
- Davis, E. (2023). *TechGnosis. Mito, magia e misticismo nell'età dell'informazione*. NERO.
- Denzin, N. K. (2016). Critical Qualitative Inquiry. *Qualitative Inquiry*, 23(1), 8–16. <https://doi.org/10.1177/1077800416681864>
- Dieter, M., Gerlitz, C., Helmond, A., Tkacz, N., van der Vlist, F. N., & Weltevrede, E. (2019). Multi-Situated App Studies: Methods and Propositions. *Social Media + Society*, 5(2). <https://doi.org/10.1177/2056305119846486>
- Dohnány, S., et al. (2025). Technological folie à deux: Feedback Loops Between AI Chatbots and Mental Illness. *arXiv preprint arXiv:2507.19218*.
- Fabbri, M. (2024). *Evoluzione e pedagogia. Il senso di educare, istruire, formare*. Editrice Morcelliana.
- Fabbri, M., & Pironi, T. (2020). *Educare alla ricerca. Giovanni Maria Bertin precursore del pensiero della complessità*. Edizioni Studium.
- Farné, R. (2021). *Pedagogia visuale. Un'introduzione*. Raffaello Cortina Editore.
- Handayani, V., et al. (2020). Gamified learning platform analysis for designing a gamification-based ui/ux of e-learning applications: A systematic literature review. *8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*. IEEE.
- Kim, S., Jeong, J., Oh, Y., Kim, H., & Park, S. (2021). Comparing Concentration Levels and Emotional States of Children Using Electroencephalography during Horticultural and Nonhorticultural Activities. *HortScience*, 56.
- Kim, S., Park, S., & Son, K. (2014). Improving Peer Relations of Elementary School Students through a School Gardening Program. *HortTechnology*, 24.
- Kitchin, R. (2016). Thinking critically about and researching algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 14–29. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154087>
- Laneve, C. (2017). *Manuale di didattica. Il sapere sull'insegnamento*. La Scuola.
- Loreto, F. (2013, 15 Maggio). *Il linguaggio delle piante attraverso i composti organici volatili: dal significato ecologico allo sfruttamento agronomico*. GeorgofiliINFO.
- Malavasi, P. (2019). *Educare robot? Pedagogia dell'intelligenza artificiale*. Vita e Pensiero.



Montemayor, C., Halpern, J., & Fairweather, A. (2022). In principle obstacles for empathic AI: why we can't replace human empathy in healthcare. *AI & Society*, 37(4), 1353–1359. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01230-z>

Morin, E. (2001). *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*. Raffaello Cortina Editore.

Mortari, L. (2016). *Cultura della ricerca e pedagogia. Prospettive epistemologiche*. Carocci editore.

Musello, M., & Cafagna, V. (a cura di). (2021). *Transizione digitale. Temi e prospettive della scuola di oggi*. Cafagna Editore.

Natale, S. (2022). *Macchine ingannevoli. Comunicazione, tecnologia, intelligenza artificiale*. Einaudi.

Nehring, J., et al. (2024). Large Language Models Are Echo Chambers. In **Proceedings of the 2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation (LREC-COLING 2024)** (pp. 10117–10123).

Park, S., Cho, M., Yoo, M. H., Kim, S., Im, E., Song, J., Lee, J., & Jun, I. G. (2016). Horticultural Activity Program for Improving Emotional Intelligence, Prosocial Behavior, and Scientific Investigation Abilities and Attitudes in Kindergarteners. *HortTechnology*, 26.

Pavanello, M. (2010). *Fare Antropologia. Metodi per la ricerca etnografica*. Zanichelli.

Perrotta, C., Selwyn, N., & Ewin, C. (2022). Artificial intelligence and the affective labour of understanding: The intimate moderation of a language model. *New Media & Society*, 26(3), 1585–1609. <https://doi.org/10.1177/14614448221075296>

Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

Selwyn, N. (2012). I Social Media nell'educazione formale e informale tra potenzialità e realtà. *TD Tecnologie Didattiche*, 20(1), 4–10. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/174>

Sharma, M., et al. (2023). Towards understanding sycophancy in language models. *arXiv preprint arXiv:2310.13548*.

Sitografia

<https://www.pewresearch.org/internet/2024/03/11/how-teens-and-parents-approach-screen-time/>

<https://unric.org/it/oms-covid-19-aumenta-del-25-i-casi-di-ansia-e-depressione/#:~:text=Un%20campanello%20d'allarme%20per,depressione%20%C3%A8%20aumentata%20del%2025%25>

<https://hbr.org/2025/04/how-people-are-really-using-gen-ai-in-2025>

<https://replika.com/>

<https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/10132048>

<https://openai.com/it-IT/index/chatgpt-study-mode/>

<https://www.ibm.com/think/topics/ai-safety>

<https://www.ibm.com/it-it/think/topics/explainable-ai>



<https://www.cnr.it/en/focus/046-4/bvoc-biogenic-volatile-organic-compound-emission-responses-to-climate-change>

<https://cordis.europa.eu/article/id/154414-nervous-system-of-plants-revealed/it>

<https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>

<https://www.arduino.cc/>