

Pubblicato il: gennaio 2024

©Tutti i diritti riservati. Tutti gli articoli possono essere riprodotti con l'unica condizione di mettere in evidenza che il testo riprodotto è tratto da www.qtimes.it

Registrazione Tribunale di Frosinone N. 564/09 VG

Humanoid Robots and the Future of Education: Pepper and NAO

Robot umanoidi e il futuro dell'istruzione: Pepper e NAO

di

Loredana Perla

loredana.perla@uniba.it

Rosa Gallelli

rosa.gallelli@uniba.it

Berardina De Carolis

berardina.decarolis@uniba.it

Angela Balzotti

angela.balzotti@unifg.it

Università degli studi Aldo Moro di Bari

Abstract:

Pepper and NAO are versatile and high-performance humanoid robots that prove to be ideal platforms for human-machine interaction, cognitive computing, and autonomous navigation. These robots are particularly effective in education, establishing empathetic connections with children and fostering the development of physical, intellectual, social, and emotional skills. They have been successfully employed in individualized educational programs for students with disabilities, including autism, enhancing socialization and self-esteem in children. Beyond their interaction capabilities, Pepper and NAO are comprehensive development packages, integrating computers, cameras, sensors, and motors, making them accessible tools for education and research. Through their specialized hardware and software, these robots act as autonomous agents supporting learning in educational environments, engaging in complex topics and effectively interacting with students and teachers.

©Anicia Editore

QTimes – webmagazine

Anno XVI - n. 1, 2024

www.qtimes.it

Doi: 10.14668/QTimes_16122

Keywords: Humanoid robots, human-machine interaction, educational program.

Abstract:

Pepper e NAO sono robot umanoidi versatili e ad alte prestazioni che si dimostrano piattaforme ideali per l'interazione uomo-macchina, il cognitive computing e la navigazione autonoma. Questi robot sono particolarmente efficaci nell'istruzione, creando legami empatici con i bambini e promuovendo lo sviluppo di abilità fisiche, intellettuali, sociali ed emotive. Sono stati impiegati con successo in programmi educativi individualizzati per studenti con disabilità, tra cui l'autismo, e per migliorare la socializzazione e l'autostima nei bambini. Oltre alle loro capacità di interazione, Pepper e NAO sono pacchetti di sviluppo completi, integrando computer, fotocamere, sensori e motori, il che li rende strumenti accessibili per l'educazione e la ricerca. Attraverso il loro hardware e software specializzato, questi robot fungono da agenti autonomi che supportano l'apprendimento in ambienti didattici, lavorando su argomenti complessi e interagendo efficacemente con studenti e insegnanti.

Parole chiave: Robot umanoidi, interazione uomo-macchina, programmi educativi.

1. Robot sociali e Interventi educativi

I robot sociali stanno diventando sempre più parte integrante della vita quotidiana degli esseri umani mostrando di poter offrire grandi possibilità di miglioramento della qualità della vita stessa, nei vari ambiti nei quali questa si esplica: studio, svago, lavoro ecc. (Fong et al. 2003; Sparrow and Sparrow 2006; Riek 2017). Allo stesso tempo, essi pongono nuovi problemi e sfide (Tøndel e Seibt 2019).

In particolare, per chi si occupa di formazione, si presenta interessante la peculiare qualità comunicativa dei robot umanoidi radicata in un corpo concreto che si muove nello spazio condiviso dai partner della interazione: allievi, insegnanti, robot. Tale peculiarità non solo implica che il robot sia in grado di realizzare forme multimodali di comunicazione, in cui il linguaggio verbale si combina sinergicamente con i linguaggi non verbali, ma anche comporta che l'uso efficace di linguaggi verbali e non verbali si trovi "incarnato" in agenti artificiali con corpi fisici caratterizzati da aspetti morfologici, vocali e motori di tipo antropomorfo. Il fatto che la specie Sapiens sia evolutivamente predisposta a interagire con agenti che hanno corpi fisici con determinate caratteristiche morfologiche, vocali e motorie fa sì che il robot venga "riconosciuto" dai bambini quale partner credibile di comunicazione e interscambio, incarnando un insieme di credenze e aspettative in tal senso che garantiscono l'ingaggio dei bambini nella interazione formativa. Ciò consente al docente di strutturare esperienze di insegnamento-apprendimento in cui il robot funga da coadiuvante efficace delle attività, con il ruolo propulsivo di sollecitatore e supporter di allievi e insegnanti.

Baelpeme (2018) ha voluto analizzare attentamente l'efficacia dei robot quando vengono utilizzati nell'istruzione. L'obiettivo dell'autore era fornire una panoramica di alto livello degli studi che analizzano i robot in una vasta gamma di scenari educativi con molte variabili e una varietà di condizioni di controllo. Nella stragrande maggioranza dei risultati, l'aggiunta di un robot o l'aggiunta di un comportamento di supporto al robot migliora i risultati in termini di efficacia dell'interazione e di clima in classe.

Dall'analisi effettuata, l'autore rinviene che tutti i robot hanno un carattere decisamente sociale (ad eccezione del robot Heathkit HERO), tutti presentano caratteristiche umanoidi, come testa, occhi,

bocca, braccia o gambe, determinando negli allievi l'aspettativa che il robot abbia la capacità di impegnarsi a livello sociale. Sebbene non ci siano dati sul fatto che l'aspetto sociale del robot sia un requisito per un tutoraggio efficace, ci sono prove che la natura sociale e agente dei robot promuove risposte secondarie favorevoli all'apprendimento come, a esempio, il fatto che gli studenti si sentano a proprio agio attorno al robot.

Per diversi tra gli studi analizzati, i robot che personalizzano i contenuti da fornire in base alle prestazioni dell'utente durante un'interazione possono favorire nel bambino l'apprendimento. Oltre alla consegna specifica del materiale didattico, i robot sociali possono presentare comportamenti di "supporto sociale" e "supporto personalizzato" nei confronti degli studenti all'interno di un contesto educativo. Un esempio di supporto sociale personalizzato è costituito dall'uso del nome proprio del bambino o dal riferimento alle sue interazioni precedenti. Esempi di comportamento prosociale più complesso da parte del robot sono guidare l'attenzione dello studente, mostrare un comportamento di sguardo congruente, possedere una immediatezza non verbale, mostrare empatia con lo studente.

Va segnalato, inoltre, che proprio come i tutor umani, anche i robot sociali devono essere in grado di sintonizzarsi con il contesto di interazione e con il compito per migliorare l'interazione educativa ed evitare la distrazione dello studente. Deve, ad esempio, essere capace di seguire i "turni" durante l'interazione: sedersi in silenzio e consentire agli studenti di concentrarsi sulla risoluzione dei problemi, limitare il comportamento sociale in momenti appropriati in base al carico cognitivo e all'impegno dello studente. Tali complessi pattern di risposta robotica non solo hanno un impatto positivo sui risultati affettivi, ma possono tradursi secondo gli autori in un aumento dell'apprendimento.

Gli studi esaminati mostrano evidenze di apprendimento sia in campo squisitamente cognitivo sia in campo affettivo.

Per quanto riguarda gli esiti cognitivi, è stato preso in considerazione il guadagno ottenuto misurato come differenza tra il punteggio pre e post test, il tempo per completare il test o il numero di tentativi necessari per una risposta corretta. Per quanto riguarda gli esiti affettivi, sono state prese in considerazione variabili come la codifica delle espressioni emotive, il numero di interazioni, il comportamento dello sguardo, la misurazione della percezione dei robot da parte dell'utente, l'empatia con l'insegnante vs quella con l'insegnante robot.

Tutti gli studi inclusi nella meta-revisione hanno confrontato i risultati in situazioni di apprendimento in cui veniva impiegato un robot con i risultati in situazioni in cui veniva invece impiegata un'alternativa, come un avatar sullo schermo o un insegnante umano. Le dimensioni dell'effetto (Cohen's d) per tutti i risultati cognitivi e affettivi hanno mostrato che, nella stragrande maggioranza dei casi, l'aggiunta di un robot quale supporto ai processi di insegnamento-apprendimento migliora i risultati.

È interessante notare che, rispetto ad altre tecnologie interattive, i robot sociali incarnati tendono a suscitare risposte più favorevoli dalle persone, inclusi punteggi più elevati su dimensioni come impressione generale, preferenza, coinvolgimento, disponibilità, attrattiva e divertimento (Bainbridge, Hart, Kim e Scassellati, 2011; Pereira, Martinho, Leite, & Paiva, 2008; Wainer, Feil-Seifer, Shell, & Mataric, 2007). Essi, inoltre, suscitano nelle persone livelli più elevati di fiducia,

attenzione ed empatia percepita, risultano loro dotati di un linguaggio conversazionale più “comprensibile” e vengono percepiti, in definitiva, più credibili (Fischer, Lohan e Foth, 2012; Kwak, Kim, Kim, Shin & Cho, 2013; Wang & Rau, 2019).

Leyzberg et al., 2012 hanno indicato che un tutor robot fisicamente presente produce migliori guadagni di apprendimento rispetto ai tutor virtuali (sullo schermo) o al tutoraggio attraverso suggerimenti vocali. Tra i meccanismi sottostanti questo effetto potrebbe esserci il fatto che la presenza fisica, l’“incarnazione” (embodied), conferisca al robot una “autorità percepita” maggiore rispetto a un agente sullo schermo (Andrews & Huss, 2014).

2. Empatia e socialità artificiale

Già Joanna Karolina Malinowska (2021), alla luce della prospettiva relazionale cooperativa, che interpreta le emozioni (insieme all'empatia) come il risultato di una “coordinazione affettiva” tra partner, aveva cercato di definire cosa si debba intendere per “empatia” nelle interazioni tra l’essere umano e partner artificiali autonomi sociali.

Considerando che l'empatia può essere interpretata come una varietà di processi mentali e/o emotivi quali, principalmente: sentire quello che sente qualcun altro; prendersi cura di qualcun altro; essere emotivamente influenzati dalle emozioni e dalle esperienze di qualcun altro; immaginarsi nella situazione di un altro; immaginare di essere un altro nella situazione di quell'altro; fare inferenze sugli stati mentali di un altro (Coplan, 2011), l’autrice rileva che le valutazioni prevalenti sinora sulla “socialità artificiale” e sull’“empatia” dei robot, fossero limitate alla percezione che gli utenti hanno dei loro “companion robot”. Tale limite negli studi impedisce di cogliere quanto la socialità artificiale dei robot sia invece una “proprietà intrinseca all'interazione uomo-robot”.

In altre parole, se è vero, come notato da Prescott (2017), che gli atteggiamenti psicologici delle persone nei confronti dello stato ontologico dei robot modellano essenzialmente la interazione tra loro, è vero altresì che l’empatia di tali relazioni non può essere ridotta alla semplice “proiezione” sui robot di stati mentali da parte dei soggetti umani. Essa, piuttosto, va intesa come un fenomeno strettamente correlato alla dimensione sociale dell'attività umana nel corso delle dinamiche interattive con i robot, come una “*proprietà distribuita*”: distribuita nel sistema misto uomo-robot che utenti e agenti robotici insieme determinano durante le loro interazioni.

Riportando le argomentazioni di Damiano e Dumouchel (2017, 2018, 2020), Malinowska sottolinea una serie di argomenti a favore di un approccio incarnato e attivo in cui il corpo, le espressioni facciali, i gesti e così via sono una parte importante del processo di generazione e formazione degli stati emotivi e mentali. In virtù di questo, avverte la studiosa, lo sviluppo della robotica sociale si concentra sempre di più sul compito di collocare i robot in una sorta di circuito di interazione, conferendo ad essi le caratteristiche che consentano loro di coinvolgere le persone in una situazione sociale che genera “dinamiche emotive che includono, da entrambe le parti, affettività, espressioni emotive e relative risposte”. Questi ricercatori propongono che le emozioni e l'empatia siano comprese in modo intersoggettivo, processuale e necessariamente sociale. Affermano che le emozioni sono fenomeni condivisi e co-creati da molti attori che partecipano a una data situazione sociale. I partecipanti alle iterazioni si influenzano a vicenda su molti livelli, il che rende difficile distinguere chiaramente un'unica fonte di queste emozioni (la fonte può dirsi, pertanto, “dispersa”). Questa prospettiva rompe con l'idea che i robot imitano semplicemente gli affetti “reali” e che ingannano i loro partner umani

di interazione in modo che le persone abbiano l'impressione che i robot stiano provando sentimenti. Al contrario, sostengono che le complesse interazioni che sorgono tra robot e persone nell'interazione sociale siano reali.

Questi processi sono stati generalmente analizzati nella ricerca sull'interazione uomo-robot attraverso spiegazioni socio-cognitive e molte ricerche hanno rilevato che le persone si immedesimano e persino si fidano dei robot (Kok & Soh, 2020).

3. Robot sociali come agenti per la modificazione delle abitudini alimentari

L'impiego di robot sociali può essere utile nel modificare i comportamenti dei soggetti nei confronti della loro salute allargando il ventaglio di possibilità di cura personalizzate e flessibili (Sarma, Das & Nielsen, 2014). Difatti, se confrontati ad applicazioni di telemedicina o agli agenti virtuali, i robot sociali mostrano di fornire maggior vantaggi legati alla loro capacità programmata di interagire e comunicare con gli esseri umani seguendo le norme comportamentali sia verbali, semantiche e prosodiche sia non verbali. Diversificato si presenta attualmente il repertorio di gesti comunicativi dei robot sociali, che possono più facilmente "ingaggiare" il soggetto nonché offrire risposte a domande, fornire feedback e offrire consigli personalizzati per l'utente (Robinson, Connolly & Suddery et al., 2021)

Tuttavia, va tenuto conto che questi vantaggi possono verificarsi e risultare maggiormente efficaci solo se le interazioni con l'agente robot sociale sono incorporate in diverse sessioni per un periodo di tempo più lungo.

Bartneck et al. (2009) hanno proposto cinque costrutti scalabili numericamente tramite i quali costruire uno strumento di misurazione standardizzato dell'interazione tra robot umani. I cinque costrutti chiave tramite i quali caratterizzare i robot sociali sono: anthropomorphism, animacy, likability, perceived intelligence and perceived safety (antropomorfismo, animatività, simpatia, intelligenza percepita e sicurezza percepita).

Nel quadro offerto da Bartneck, Saunderson e Nejat (2019) hanno esplorato il modo in cui i comportamenti non verbali dei robot sociali influenzano gli esseri umani attraverso la comunicazione non verbale e il ruolo che questa svolge nelle interazioni sociali (fig. 1). In particolare, si sono concentrati su quattro modalità principali di comunicazione non verbale: la cinesica, la prossemica, l'aptica e la cronmica, nonché combinazioni multimodali di queste.

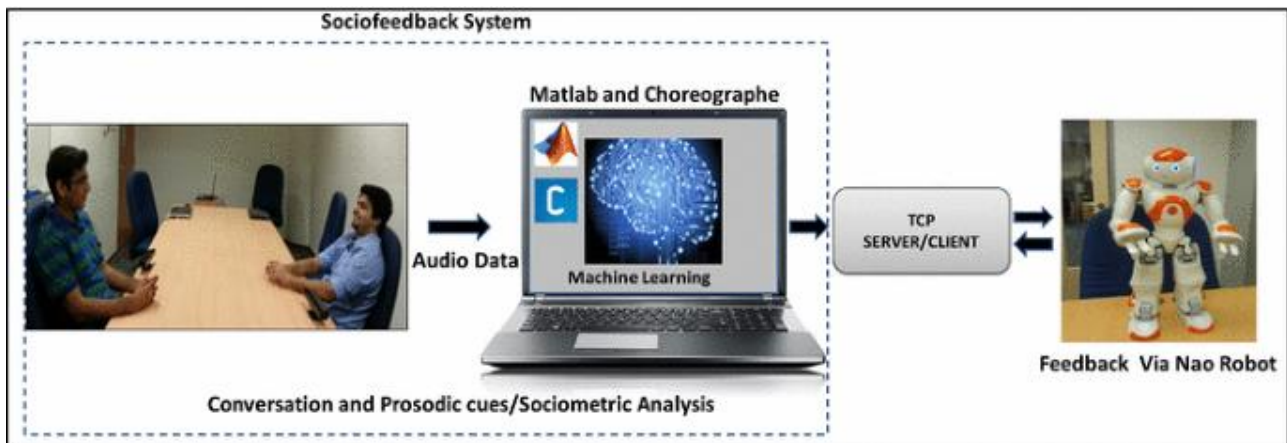


Fig. 1 Il sistema registra i dati audio e successivamente calcola diverse caratteristiche conversazionali e prosodiche. Da queste caratteristiche, determina i livelli di interesse, accordo e dominio tramite classificatori. I messaggi di feedback sono determinati da questi tre indicatori sociali e dalle caratteristiche prosodiche. Tutti questi calcoli vengono eseguiti in Matlab in Saunderson e Nejat (2019)

In particolare, studiando l'interazione di soggetti umani con il robot Nao, gli autori rilevano che il punteggio relativo alla simpatia è il più alto e il cambiamento nel valore della cordialità è significativo. In altre parole, i partecipanti sembrano apprezzare il robot Nao e, includendo i gesti, il robot viene percepito come ancora più amichevole. Anche l'antropomorfismo ha buoni voti e l'aumento dei valori mediante l'aggiunta di gesti è significativo. Inoltre, l'interattività del robot aumenta notevolmente quando vengono inclusi i gesti. Allo stesso modo, i partecipanti percepiscono il robot come più informato quando usa i gesti, ma il valore non cambia in modo significativo per l'intelligenza mostrata dal robot. I bassi valori di sicurezza percepita suggeriscono che i partecipanti erano calmi e quiescenti in presenza del robot, poiché il valore minimo e massimo corrispondono rispettivamente alla calma e all'agitazione. È interessante notare, altresì, che quando vengono aggiunti i gesti, il partecipante percepisce il comportamento del robot come leggermente più sicuro.

Appare evidente, pertanto, quanto le diversificate modalità non verbali dei robot sociali influenzino gli esseri umani. L'alterazione dei pattern comportamentali non verbali multimodali è in grado, ad esempio, di re-dirigere l'attenzione e alcuni altri processi cognitivi ed è in grado, anche, di suscitare risposte emotive che a loro volta attivano specifiche risposte comportamentali e migliorano le prestazioni del compito.

Le caratteristiche indicate da Bartneck sono presenti anche in Pepper, robot semi-umanoide sviluppato da Aldebaran Robotics:

Antropomorfismo

I social robot di tipo umanoide come Pepper sono stati realizzati con le misure approssimative che sono quelle generalmente attribuibili a un bambino di 7 anni e un ottimo grado di mobilità. Diversi contributi hanno evidenziato l'importanza dell'antropomorfismo in quanto promuove l'accettazione del robot nell'interazione umana. Tra i diversi tipi di robot, Pepper mostra che gli individui lo

percepiscono come maggiormente dotato dal punto di vista antropomorfo, più abile di altri robot umanoidi, capace di gesti non verbali importanti nella comunicazione umana e più affidabile e sicuro (Barco et al. 2020; Hegel et al. 2008; Kuchenbrandt et al. 2011).

Animacy

Pepper è programmato per essere un robot sociale molto realistico. Infatti, la correlazione con l'antropomorfizzazione come descritto sopra lo rende un vero e proprio umanoide. Inoltre, Pepper si muove, gesticola ed è programmato per essere un po' "quirky" nel suo modo di parlare, da lasciare in qualche modo "incantati" quelli che lo avvicinano e questo per "renderlo più vivo" (Aaltonen et al. 2017)

Perceived intelligence

Riguardo alla percezione di un robot umanoide intelligente, Pepper ha mostrato di poter essere considerato tale. Due i fattori fondamentali che sono stati collegati a questo particolare tipo di percezione da parte degli utenti: la comunicazione e il riconoscimento. Questi sono due aspetti essenziali che deve possedere un robot umanoide che possono essere collegati all'intelligenza percepita.

5. Pepper Storyteller: progetto pilota di prevenzione al sovrappeso e obesità

L'evoluzione tecnologica in atto offre strumenti suscettibili di modificare radicalmente la pratica educativa. Nell'ambito di queste risorse, alcune tendenze indicano che l'intelligenza artificiale (AI) e la robotica sociale (SR) molto presto diventeranno vettori onnipresenti in grado di favorire e sviluppare nuove esperienze di apprendimento per gli studenti. (Grewal et al., 2018; Weinstein & Holcomb, 2021).

I robot sociali presentano un grande potenziale di coinvolgimento in compiti educativi generando esperienze estremamente coinvolgenti attraverso dialoghi, storie narrate e approcci basati sul gioco (Castellano, De Carolis, D'Errico, Macchiarulo & Rossano, 2021). Molti lavori di ricerca sottolineano il successo dei robot umanoidi come strumenti educativi nel migliorare sia le componenti cognitive sia quelle affettive dell'apprendimento (Belpaeme et al. 2018; Leyzberg, Spaulding, Toneva, & Scassellati 2012).

Più nello specifico, i robot sociali umanoidi si rivelano sempre più efficaci nell'incidere sui comportamenti alimentari target da modificare e certamente più efficaci rispetto ad altre tecnologie interattive artificiali (Li, 2015). Risultati di studi recenti forniscono prove preliminari sulla possibilità di implementare queste nuove piattaforme robotiche basate su robot sociali umanoidi in grado di incentivare e supportare il miglioramento dei comportamenti legati alla promozione della salute dei bambini nel contesto della prevenzione all'obesità infantile (Abbatecola, De Carolis, & Oranger, 2022; Short et al., 2014; Triantafyllidis, Alexiadis, Elmas, Gerovasilis, Votis & Tzouvaras, 2023; Alotaibi, Alnajjar, Cappuccio, Khalid, Alhmiedat & Mubin, 2022).

In questo ambito di studi, il gruppo di ricerca guidato dalla professoressa Loredana Perla, del Dipartimento di Scienze della Formazione, Psicologia, Comunicazione dell'Università degli studi di Bari "Aldo Moro", ha realizzato uno studio pilota utilizzando il robot sociale umanoide Pepper per la

prevenzione del sovrappeso con bambini di scuola primaria (Balzotti, De Carolis, Massaro, Perla, and Rossano, 2023).

Si è trattato di verificare se e in che misura interventi di storytelling realizzati da un insegnante umano e volti a promuovere apprendimenti e comportamenti correlati a una sana alimentazione risultassero coinvolgenti ed efficaci rispetto ad interventi di storytelling realizzati in aula con l'apporto di un robot sociale umanoide adeguatamente progettato. Sono stati pertanto individuati due gruppi di bambini, il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo, al fine di mettere a confronto due differenti "tipologie di narratori": Pepper vs un insegnante umano.

Lo studio esplorativo ha coinvolto 14 bambini (maschi e femmine), di età compresa tra gli 8 ed i 9 anni frequentanti la classe terza della scuola elementare primaria. I bambini erano divisi in due gruppi: il primo gruppo (R) ha utilizzato come storyteller il robot sociale Pepper mentre il secondo gruppo (H) ha svolto le stesse attività con l'insegnante di riferimento.

L'attività è consistita nella narrazione ai bambini di storie rinforzate da immagini in cui le vicende raccontate fornivano informazioni circa la salubrità di alimenti e comportamenti alimentari. Nel gruppo (R), Pepper ha raccontato oralmente le due storie accompagnandole con immagini proiettate da un tablet posto sul suo torso (fig.2).

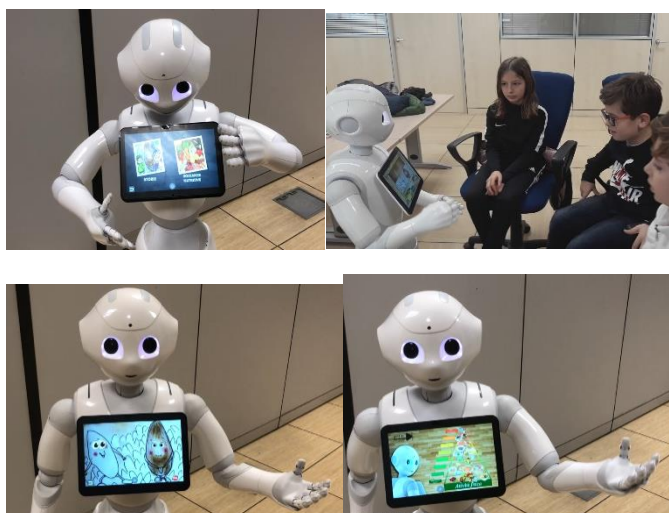


Fig. 2 Alcuni momenti dell'interazione tra Pepper e il gruppo dei bambini

Dopo la narrazione, Pepper poneva alcune domande a ciascun bambino circa i concetti sulla nutrizione menzionati nella storia alle quali domande era possibile rispondere oralmente o selezionando la risposta sul tablet. In caso di risposta corretta, Pepper rinforzava il concetto fornendo suggerimenti utili; in caso di risposta sbagliata, Pepper offriva la risposta corretta e spiegava l'errore commesso dal bambino.

Prima dello svolgersi delle attività, tutti i bambini sono stati sottoposti a un questionario pre-test sulle loro conoscenze alimentari (10 domande su familiarità nel giocare con i robot e con le narrazioni e su conoscenze circa la corretta nutrizione e gli elementi nutritivi dei cibi) che sono risultate simili in entrambi i gruppi. Successivamente allo svolgimento delle attività, realizzate dai due gruppi in contemporanea ma in due aule diverse, a tutti i partecipanti è stato richiesto di valutare l'esperienza

didattica appena svolta utilizzando due strumenti post-test diversi. Il primo (un questionario composto da nove domande) volto a testare il livello di coinvolgimento e fiducia nella narrazione dello storyteller; il secondo (un test composto da tre domande) volto a valutare le conoscenze apprese in classe circa la piramide alimentare nelle ore di lezione appena trascorse.

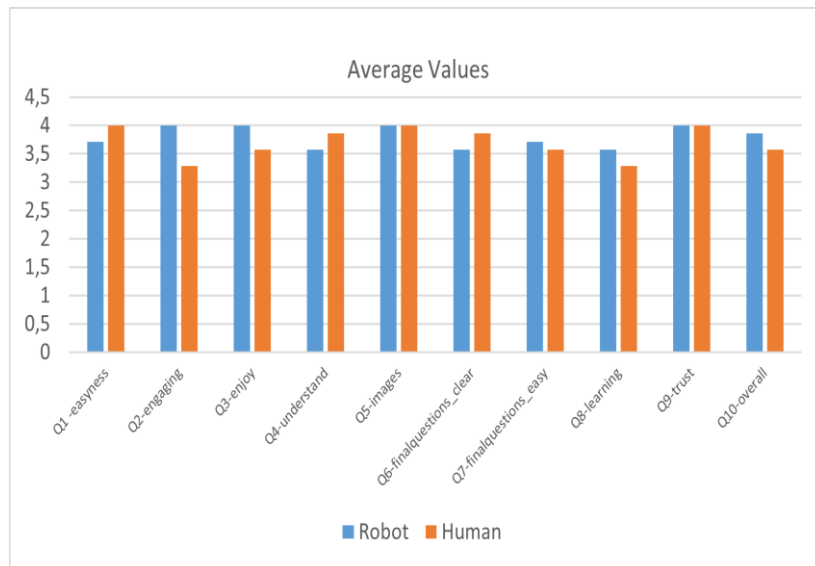


Fig. 3 Media dei risultati ottenuti al questionario post-test nelle due differenti condizioni didattiche umano vs robot sociale umanoide.

Secondo i risultati mostrati nella fig. 3, una narrazione interattiva che utilizzi un robot sociale umanoide come Pepper, con lo scopo principale di supportare una educazione alimentare consapevole e corretta in un contesto scolastico di scuola primaria, può rappresentare una esperienza didattica efficace. Pepper, attraverso la tecnica dello storytelling, ha illustrato ai piccoli partecipanti la piramide nutrizionale narrando loro due storie riguardanti la dieta mediterranea. Le storie erano implementate attraverso due diversi canali comunicativi di cui Pepper dispone: il canale verbale e il canale non verbale. Infatti, Pepper è implementato con diversi “gesti”/atti comunicativi non verbali che stimolano il contatto sociale come il saluto e alcune componenti vocali comunicative non verbali.

Nello studio, si è inteso misurare l’efficacia dell’approccio robotico nel campo dell’educazione alimentare, attraverso alcuni stati confrontati in termini di coinvolgimento, utente esperienza, fiducia e livello di acquisizione di nuovi concetti.

I risultati riassunti nel grafico mostrano come l’interazione con il robot ha ricevuto una valutazione complessivamente buona in termini di esperienza e coinvolgimento. Un risultato che è apparso molto interessante è quello relativo all’engagement e al godimento che appare essere maggiore nella condizione R (Pepper), forse dovuto anche agli aspetti di novità legati all’utilizzo del robot che possono aver determinato una maggiore attenzione focalizzata con un guadagno relativo superiore in termini mnestici. Poiché la sessione di lavoro nella condizione sperimentale è stata singola ovvero non ripetuta e continuata secondo schemi temporali fissi o variabili non è stato possibile rilevare altre misurazioni: ad esempio, se gli effetti permangono a lungo termine e se gli apprendimenti ottenuti si

sono consolidati in misura maggiore o minore in relazione alle diverse condizioni di storytelling proposte.

Un altro risultato di rilievo è il “grado di fiducia” che gli utenti nella condizione sperimentale hanno attribuito al robot sociale umanoide Pepper. È stato, difatti, di notevole interesse osservare come tutti i bambini coinvolti nello studio si “fidavano” di cosa stava dicendo loro il robot nella condizione sperimentale. Il grado di acquisizione della conoscenza è risultato essere buono anche nella condizione sperimentale dimostrando che Pepper può avere successo in questo tipo di compito.

I risultati mostrano che l'esperienza complessiva dei bambini del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo nonché il grado di fiducia da loro mostrato nei confronti dei due diversi narratori (narratore umano vs robot umanoide) sono “simili” anche se i risultati riguardo il “coinvolgimento” ottenuto attraverso l'uso del robot sociale umanoide Pepper denotano un maggiore grado partecipazione ed interesse tra i bambini del gruppo sperimentale.

Il livello di conoscenza acquisita dal gruppo che ha interagito con il robot durante lo storytelling è leggermente inferiore ma comunque molto elevato. Questi risultati preliminari ci hanno fornito informazioni utili per migliorare l'applicazione di Pepper come storyteller educativo, incoraggiandoci nelle sperimentazioni didattiche future.

Riferimenti bibliografici:

Aaltonen, I., Arvola, A., Heikkilä, P., Lammi, H. (2017). Hello Pepper, may I tickle you?: children's and adults' responses to an Entertainment Robot at a Shopping Mall. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 53–54). ACM. doi: 10.1145/3029798.3038362

Abbatecola, A., De Carolis, B., & Oranger, E. (2022). Using a Personal Social Robot as a Nutrition Coach. *CEUR-WS Proceedings*, ISSN: 1613-0073. <http://ceur-ws>.

Alotaibi, M., Alnajjar, F., Cappuccio, M., Khalid, S., Alhmiedat, T., & Mubin, O. (2022). Efficacy of Emerging Technologies to Manage Childhood Obesity. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 15, 1227–1244. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S357176>

Andrews, K., & Huss, B. (2014). Anthropomorphism, anthropectomy, and the null hypothesis. *Biology & Philosophy*, 29(5), 711–729.

Bainbridge, W., Hart, J., Kim, E., *et al.* (2011). The benefits of interactions with physically present robots over video-displayed agents. *Int. J. Soc. Robot.* 3 (1), 41–52. <https://doi.org/10.1007/s12369-010-0082-7>.

Balzotti, A., De Carolis, B., Massaro, S., Perla, L., and Rossano, V. (2023). Healthy Pepper: Nutritional Education through Social Robotics and Storytelling. [*International Conference on Advanced Learning Technologies \(ICALT\) | IEEE*](#). Orem (UT): Utah Valley University.

Barco A., de Jong, C., Peter, J., Kuhne, R., and van Straten, C. L. (2020). “Robot ” morphology and children's perception of social robots: An exploratory study” in *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 125–127.

- Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E., Zoghbi, S. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *Int J Soc Robot* 1(1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s12369-008-0001-3>
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, 3 (21), eaat5954. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Castellano, G., De Carolis, B., D’Errico, F., Macchiarulo, N., & Rossano, V. (2021). PeppeRecycle: Improving children’s attitude toward recycling by playing with a social robot. *International Journal of Social Robotics*, 13, 97-111.
- Coplan, A. (2011). *Understanding empathy: Its features and effects*. In Coplan, A. & Goldie P. (Eds.). *Empathy: Philosophical and psychological perspectives*. Oxford (UK): Oxford University Press, 5-18.
- Damiano, L., & Dumouchel, P. (2017). *Living with robots*. Cambridge (Massachusetts-USA): Harvard University Press.
- Damiano, L., & Dumouchel, P. (2018). Anthropomorphism in human–robot co-evolution. *Frontiers in Psychology*, 9, 468.
- Damiano, L., & Dumouchel, P. (2020). Emotions in relation. Epistemological and ethical scaffolding for mixed human–robot social ecologies. *HUMANA. MENTE Journal of Philosophical Studies*, 13(37), 181–206.
- Fischer, K., Lohan, K.S., Foth, K., et al. (2012). *Levels of embodiment: Linguistic analyses of factors influencing HRI*. Boston Massachusetts, USA: 7th ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction (HRI).
- Fong, T., Nourbakhsh, I., Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics Autonomous Systems*, 42(3–4), 143–166. [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00372-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00372-X)
- Grewal, D., Motyka, S., & Levy, M. (2018). The evolution and future of retailing and retailing education. *Journal of Marketing Education*, 40(1), 85-93. <https://doi.org/10.1177/0273475318755838>.
- Hegel, F., Krach, S., Kircher, T., Wrede, B., Sagerer, G. (2008). Understanding social robots: A user study on anthropomorphism. In *RO-MAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 574–579.
- Kok, B.C., Soh, H. (2020). Fiducia nei robot: sfide e opportunità. *Curr Robot Rep* 1, 297–309. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00029-y>.
- Kuchenbrandt, D., Eyssel, F., Bobinger, S., Neufeld, M. (2011). *Minimal group-maximal effect? evaluation and anthropomorphization of the humanoid robot nao*. Social Robotics: Third International Conference, ICSR 2011. Proceedings, November 24-25, 104–113. Amsterdam, The Netherlands: Springer.

Kwak, S., Kim, Y., Kim, E., Shin, C., Cho, K. (2013). *What makes people empathize with an emotional robot?: The impact of agency and physical embodiment on human empathy for a robot*. Gyeongju, South Korea: 2013 IEEE RO-MAN (26-29 Aug.).

Leyzberg, D., Spaulding, S., Toneva, M., & Scassellati, B. (2012). The physical presence of a robot tutor increases cognitive learning gains. *Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society*. Open Access Publications from the University of California, 1882–1887. <https://escholarship.org/uc/item/7ck0p200>.

Li, J. (2015). The benefit of being physically present: a survey of experimental works comparing copresent robots, telepresent robots and virtual agents. *International Journal of Human-Computer Studies*, 77, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2015.01.001>.

Malinowska, J.K. (2021). Cosa significa entrare in empatia con un robot? *Menti Mach (Dordr)*, 31, 361–376. <https://doi.org/10.1007/s11023-021-09558-7>.

Pereira, A., Martinho, C., Leite, I., *et al.* (2008). iCat, the chess player: the influence of embodiment in the enjoyment of a game. Portugal: 7th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems Estoril. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 1253–1256.

Prescott, T. J. (2017). Robots are not just tools. *Connection Science*, 29(2), 142–149.

Riek, L. D. (2017). Healthcare robotics. *Commun ACM*, 60 (11), 68–78. <https://doi.org/10.1145/3127874>

Robinson, N.L., Connolly, J., Suddery, G. *et al.* (2021). A humanoid social robot to provide personalized feedback for health promotion in diet, physical activity, alcohol and cigarette use : a health clinic trial. 30th IEEE international conference on robot & human interactive communication (RO-MAN), 720-726. <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/9515344/proceeding>. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN50785.2021.9515558>

Sarma, B., Das, A., Nielsen, R.D. (2014). *A framework for health behavior change using companionable robots*. Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.: [Proceedings of the 8th International Natural Language Generation Conference \(INLG\)](#).

Saunderson, S., Nejat, G. (2019). How robots influence humans: a survey of nonverbal communication in social human-robot interaction. *Int. J. Soc. Robot.*, 11 (4), 575–608. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00523-0>

Short, E. *et al.* (2014). How to train your dragonbot: Socially assistive robots for teaching children about nutrition through play. *The 23rd IEEE international symposium on robot and human interactive communication*, 924-929. doi:10.1109/ROMAN.2014.6926371

Sparrow, R., Sparrow, L. (2006). In the hands of machines? The future of aged care. *Mind Mach* 16(2): 141–161. <https://doi.org/10.1007/s11023-006-9030-6>

Tøndel, G., Seibt, D. (2019). *Governing the elderly body: technocare policy and industrial promises of freedom*. In Meyer, U., Schaupp, S., Seibt, D. (eds.). *Digitalization in industry. Between domination and emancipation*. London: Palgrave Macmillan, 233–259.

Triantafyllidis, A., Alexiadis, A., Elmas, D., Gerovasilis, G., Votis, K., & Tzovaras, D. (2023). A social robot-based platform for health behavior change toward prevention of childhood obesity. *Universal access in the information society*, 22, 1405-1415. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00922-7>

Wainer, J., Feil-Seifer, D.J., Shell, D.A., et al. (2007). *Embodiment and human-robot interaction: a task-based perspective*. Jeju, Korea: IEEE 16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication August 26-29, 872–877.

Wang, B, Rau, P. (2019). Influence of Embodiment and Substrate of Social Robots on Users' Decision-Making and Attitude. [*International Journal of Social Robotics*](#), 11, 411-421.

Weinstein, R. S., & Holcomb, M. J. (2021). Reading List: Select Healthcare Transformation Library 2.0. *Telemedicine and e-Health*, 27(9), 964-973. DOI: 10.1089/tmj.2020.0399.