

Robotics, 3D virtual worlds and social stories. A proposal for Autism Spectrum Disorder

Robotica, mondi virtuali 3D e storie sociali. Una proposta per il disturbo dello spettro autistico

Valentina Pennazio^a, Laura Fedeli^{b,1}

^a *Università degli Studi di Macerata*, valentina.pennazio@unimc.it

^b *Università degli Studi di Macerata*, laura.fedeli@unimc.it

Abstract

The studies on robotics and immersive virtual worlds with students with Autism Spectrum Disorder highlight a growing attention on the identification of affordances that such technologies have and on their impact for the development of social comprehension. The article will deal with a discussion of some researches in the field as well as of affordance of technologies of interest to introduce the design of a specific learning path for the creation of social stories for the comprehension of a specific emotion. Technologies will play the role of mediators at different levels: from the natural setting to the virtual one and from the interaction human-robot to the interaction avatar-robot.

Keywords: robotics; virtual worlds; autism spectrum disorder; social stories; social comprehension.

Abstract

Gli studi sulle applicazioni della robotica e dei mondi immersivi multi-utente con persone con disturbo dello spettro autistico evidenziano un interesse crescente per la definizione delle affordance che tali tecnologie rivestono negli interventi per il potenziamento della comprensione sociale. Il contributo, dopo una disamina di alcuni studi di settore e la discussione delle affordance delle tecnologie oggetto di interesse, presenterà una proposta di intervento sul riconoscimento di una specifica emozione. L'ipotesi di percorso proposto è basata sulla costruzione di storie sociali in cui il concetto di mediazione sarà affrontato su livelli differenti, dalla predisposizione di setting fisici naturali alla costruzione di setting virtuali e dall'interazione uomo-robot all'interazione avatar-robot.

Parole chiave: robotica; mondi virtuali; disturbo dello spettro autistico; storie sociali; comprensione sociale.

¹ Il contributo è il risultato di un lavoro condotto in stretta collaborazione tra i due autori. Nello specifico, Valentina Pennazio è autrice dei paragrafi 2, 3, 6, 8 e dei sottoparagrafi 7.1, 7.2; Laura Fedeli è autrice dei paragrafi 1, 4, 5, 7 (esclusi 7.1 e 7.2).

1. Introduzione

La letteratura scientifica internazionale, non solo in ambito prettamente terapeutico, ma anche di indirizzo pedagogico-didattico si è occupata in maniera profonda del ruolo che le tecnologie possono assumere come dispositivo di supporto al processo di insegnamento/apprendimento con persone con bisogni speciali.

Le ricerche in questo campo mostrano direzioni diversificate, in base al tipo di difficoltà e/o disabilità oggetto di indagine e, nel caso specifico del Disturbo dello Spettro Autistico (ASD), si sono notevolmente sviluppati, negli ultimi anni, gli studi sulle applicazioni della robotica e dei mondi immersivi multi-utente, con particolare attenzione agli interventi per il potenziamento della comprensione delle emozioni e delle loro cause.

In considerazione della definizione di Camaioni (2003) secondo cui la Teoria della Mente (ToM) propone un modello unificante “all’interno del quale collocare e interpretare sia gli stati mentali epistemici (pensieri, credenze, ragionamenti, inferenze), sia gli stati mentali non epistemici come emozioni, desideri, intenzioni.” (p. 4), la proposta di intervento che si descrive, nell’ambito del presente contributo, sarà focalizzata sullo sviluppo della comprensione sociale e, nello specifico, verrà delineato un percorso in cui la robotica e gli ambienti virtuali immersivi sono utilizzati con l’obiettivo di: (i) riconoscere le emozioni e le loro cause; (ii) coordinare credenze ed emozioni; (iii) saper adottare il punto di vista emotivo dell’altro; (iv) utilizzare l’emozione dell’altro per prendere decisioni e attivare specifici comportamenti.

Nonostante l’indubbio interesse di studiosi di diversa afferenza (pedagogisti, clinici, psicologi) e gli esiti promettenti spesso riscontrati nelle sperimentazioni che hanno coinvolto persone di età diverse, le review di settore mettono in evidenza la necessità di approfondire ulteriormente l’impatto che tecnologie in continuo sviluppo, come i dispositivi robotici e gli ambienti virtuali 3D, possono avere sull’approccio allo sviluppo di aspetti deficitari, come la grave compromissione o mancanza della ToM all’origine di disturbi tipici dell’autismo (Camaioni, 2003). Ciò che emerge con chiarezza nel panorama internazionale è l’individuazione di alcuni elementi chiave, *affordance*² che tali tecnologie mostrano di possedere e che risultano particolarmente efficaci nei percorsi messi in atto con bambini con ASD. La caratteristica della flessibilità, che assume connotazioni differenti nei diversi sistemi robotici e mondi virtuali disponibili, consente di poter adattare facilmente il dispositivo (sia esso un robot o un ambiente virtuale) alle esigenze del bambino permettendo al dispositivo stesso di soddisfare la funzione di mediazione che è chiamato ad assolvere.

L’ipotesi di intervento presentata nel contributo prevede un percorso di sviluppo che sia attuabile all’interno di un contesto scolastico. Se è vero che la robotica e la cosiddetta didattica immersiva attraverso ambienti multi-utente non sono una novità nella scuola, è necessario che i docenti, in maniera sempre più strutturata, siano adeguatamente formati e coinvolti in percorsi di collaborazione con esperti esterni e ricercatori al fine di apprendere a selezionare le tecnologie appropriate (in termini di accessibilità e usabilità) e di

² Il concetto di *affordance*, costruito centrale della psicologia ecologica, fu introdotto da James J. Gibson e la sua formalizzazione conclusiva compare nel lavoro *The ecological approach to visual perception* del 1979. Le *affordance* rappresentano le proprietà di un ambiente e/o di un oggetto che determinano quali azioni essi autorizzino (*to afford*) (Scarantino, 2002). Riva (2004) definisce *affordance dirette* le proprietà fisiche di un ambiente, mentre per *affordance mediate* intende i significati e le pratiche associate dal soggetto al medium in relazione al contesto.

programmare interventi in co-progettazione che possano avvalersi della collaborazione sinergica di diversi profili professionali.

Il contributo, dopo una disamina di alcuni studi di settore e la discussione delle affordance delle tecnologie oggetto di interesse, presenterà una progettazione di intervento che costituisce una delle fasi di un progetto di ricerca che verrà realizzato dopo una fase pilota di prossima attivazione. Il percorso esplicitato è basato sulle storie sociali in cui il concetto di mediazione sarà affrontato su livelli differenti, dalla predisposizione di setting fisici naturali (robot NAO) alla costruzione di setting virtuali (edMondo) e dall'interazione uomo-robot all'interazione avatar-robot.

2. La comprensione sociale e il disturbo dello spettro autistico

Il DSM-5 (APA, 2013) riconduce a due macro-aree i criteri diagnostici per l'ASD: (i) deficit persistente della comunicazione e interazione sociale che si manifestano in molteplici contesti di vita; (ii) pattern di comportamento, interessi o attività ristretti, ripetitivi e stereotipati.

La prima area include aspetti deficitari della reciprocità socio-emotiva (Tager-Elusberg, Joseph & Eolstein, 2001), che si manifestano con un approccio sociale anomalo, il fallimento nella reciprocità conversazionale, l'incapacità di condividere interessi, emozioni, sentimenti e di dare inizio e rispondere adeguatamente a interazioni sociali (APA, 2013). Sono inclusi anche deficit propri dei comportamenti comunicativi non-verbali, necessari per interagire socialmente (mancanza del contatto oculare, della gestualità e della comprensione della stessa, inespressività facciale) e della gestione e comprensione delle relazioni (difficoltà di adeguare il comportamento ai diversi contesti sociali, di condividere il gioco di immaginazione; assenza di interesse per i coetanei e conseguente impossibilità di fare amicizia) (ibidem).

La seconda area si rivolge al comportamento e si focalizza non solo sulla presenza di stereotipie e ripetitività nei movimenti, nell'uso degli oggetti e nell'eloquio, ma anche sull'insistenza nella *sameness* (immodificabilità), e nell'aderenza alla routine; sulla presenza di interessi limitati, immutabili e anomali per intensità e profondità e infine, sull'iper o iporeattività sensoriale nel rapporto con gli elementi presenti (APA, 2013).

Se ci focalizziamo sulla prima area, possiamo ricondurre le difficoltà in essa contenute, ad uno sviluppo anomalo della ToM che determina nei bambini con ASD la difficoltà a entrare nello stato mentale altrui e a comprendere come le altre persone possano conoscere, desiderare e crearsi credenze (Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985; Camaioni, 2003). Si tratta di un deficit di tipo metarappresentazionale per cui non riconducibile a un problema di tipo affettivo (Hobson, 1990) ma a una mancata comprensione, a livello cognitivo, dei comportamenti intesi come *stati interiori* (Baron-Cohen, 1995; Frith, 1989; Leslie, 1991). Le ripercussioni di tale deficit si esprimono nell'incapacità empatica ad un duplice livello: cognitivo con la difficoltà di assumere il punto di vista concettuale di un'altra persona (Shantz, 1983) e di riconoscerne i pensieri e i sentimenti (Dennett, 1978; Premack & Woodruff, 1978); emozionale con l'emissione di una risposta emotiva inappropriata allo stato emotivo dell'altro (Davis, 1994) e la conseguente impossibilità di costruire interazioni sociali adeguate. Infatti, l'acquisizione delle regole sociali, necessaria per agire in maniera adeguata nelle diverse situazioni, richiede la capacità di interpretare i pensieri e gli stati affettivo-emozionali delle altre persone (Happé, 1997).

Il corretto sviluppo della ToM nella sua accezione cognitiva ed emozionale, secondo alcuni studiosi (Oswald, 2012), dipende anche dalle funzioni esecutive, intese come abilità cognitive che permettono alla persona di controllare e regolare il comportamento nel perseguimento degli obiettivi (Best, Miller & Jones, 2009; Carlson & Moses, 2001; Carlson, Moses & Claxton, 2004; Hala, Hug & Henderson, 2003; Hughes, 1998). L'attenzione viene posta su due domini in particolare: il controllo inibitorio (possibilità di inibire la propria prospettiva quando si considera quella di un altro); la memoria di lavoro (possibilità di mantenere attive in memoria la propria e l'altrui prospettiva).

Gli interventi educativi e riabilitativi degli ultimi anni hanno cercato di far dialogare le difficoltà delle persone con ASD con strumentazioni tecnologiche sofisticate e sono riusciti a dimostrare, ad esempio, come l'impiego della robotica e dei mondi virtuali (date alcune loro caratteristiche specifiche) possa agire favorevolmente nell'incremento delle abilità socio-affettive ed emozionali. Nei paragrafi successivi, recuperando alcuni studi rilevanti condotti nel settore, si cercherà di ragionare sugli elementi propri della robotica e dei mondi virtuali, implicati nella buona riuscita di interventi finalizzati allo sviluppo della comprensione sociale dei bambini con ASD.

3. La robotica per lo sviluppo della socialità

Le ricerche condotte negli ultimi anni (Boucenna et al., 2014; Cunha Costa, 2014; Diehl, Schmitt, Villano & Crowell, 2012; Giullian et al., 2010; Lytridis, Vrochidou, Chatzistamatis & Kaburlasos, 2019; Pennazio, 2015; 2017; Ricks & Colton, 2010; Robins & Dautenhahn, 2014; Robins, Dautenhahn & Dickerson, 2009; Robins, Dautenhahn, Te Boekhorst & Billard, 2005; Scassellati, Admoni & Mataric, 2012; Scassellati et al., 2018) hanno confermato come i robot sociali, per la loro prevedibilità, semplicità emozionale e interattività regolabile, consentano di aprire un canale comunicativo (con il bambino con ASD) che passa per l'attrazione e l'incanalamento dell'attenzione (contatto oculare), prosegue con la sollecitazione della motivazione e infine con l'imitazione e messa in atto di nuovi comportamenti sociali. L'apprendimento delle abilità sociali emotive ed imitative, mediato dal robot, pone le basi per un successivo trasferimento delle capacità acquisite, nell'interazione con i partner umani (Tapus, Maja & Scassellati, 2007). Il robot non deve essere inteso dunque, come un sostituto dell'essere umano ma come un mediatore sociale che, ponendosi tra un bambino con ASD e un adulto o un pari (Cabibihan, Javed, Marcelo & Aljunied, 2013; Lee, Jung, Kim & Kim, 2006; Lee, Takehashi, Nagai, Obinata & Stefanov, 2012), consente di colmare la distanza che c'è tra il mondo stabile, conosciuto e sicuro (ricercato dal bambino con autismo) e il mondo complesso e imprevedibile della comunicazione e dell'interazione umana (Cunha Costa, 2014; Dautenhahn & Werry, 2004). Per i soggetti con ASD è molto più semplice avvicinarsi ad un robot perché fornisce un ambiente emotivamente semplificato, regolabile dal punto di vista delle sollecitazioni sensoriali e prevedibile nella tipologia relazionale messa in atto.

Quando si lavora con bambini con ASD, la scelta del robot, in base alla presenza/assenza di determinate caratteristiche diventa fondamentale. Le ricerche degli ultimi anni hanno impiegato robot differenti: mobili a quattro ruote (Dautenhahn & Werry, 2004; Ferrari, Robins & Dautenhahn, 2009), pupazzi e bambole antropomorfe (Dautenhahn & Billard, 2002; Kozima, Michalowski & Nakagawa, 2009), zoomorfi (Stanton, Kahn, Severson, Ruckert & Gill, 2008), umanoidi (Feil-Seifer & Mataric, 2011; Huskens, Verschuur, Gillesen, Didden & Barakova, 2013; Robins et al., 2009). In particolare, gli studi che si sono interrogati su quali caratteristiche i robot debbano possedere per favorire lo sviluppo

delle abilità sociali, hanno insistito sulla presenza di alcune caratteristiche morfologiche e di agentività (Marti, 2005). Inoltre, hanno messo in evidenza un incremento dell'interazione, della creatività e una diminuzione dell'effetto Uncanny Valley³ (Bartneck et al., 2007; Mori, 1970) quando le sembianze dei robot impiegati sono distanti da quelle umane. Al di là di queste considerazioni, il robot per essere impiegato efficacemente deve consentire la stimolazione dei precursori della ToM (contatto oculare, attenzione, motivazione, imitazione, spinta all'interazione) ben evidenziati negli studi di Robins et al. (2005; 2009).

Un interessante lavoro di Cunha Costa (2014) sintetizza alcuni dei progetti più significativi condotti in questi anni con l'uso della robotica con bambini con ASD. Tra questi si segnala il progetto Aurora (Autonomous Robotic platform as a Remedial tool for children with Autism) (Dautenhahn & Werry, 2004; Werry & Dautenhahn, 1999; Werry, Dautenhahn, Ogden & Harwin, 2001) che ha previsto l'impiego di due robot LABO-1 (Dautenhahn & Werry, 2004) e Robota (Billard, Robins, Nadel & Dautenhahn, 2007) con la comune finalità di sviluppare e aumentare le capacità comunicative e di interazione sociale, a partire dalla stimolazione di abilità come il rispetto del turno, il riconoscimento causa-effetto, delle espressioni, dei gesti emotivi, l'imitazione, appropriate interazioni tattili, oltre a capacità comunicative e di interazione generali richieste nel contatto umano-umano. Altri studi (Robins et al., 2005; 2009; Wainer, Dautenhahn, Robins & Amirabdollahian, 2010) hanno utilizzato il robot umanoide KASPAR, dimostrando come il bambino sia in grado di spostare lo sguardo dal robot all'interlocutore umano e mostri un maggiore coinvolgimento e capacità di collaborazione con i partner dell'attività (Wainer et al., 2010). La ricerca condotta con il robot Keepon, in cui si è osservata l'interazione non verbale, ha dimostrato che il design minimale del robot può agire efficacemente sull'attenzione e sullo scambio emotivo (Kozima et al., 2009).

Interessante, ai fini del lavoro presentato in questo contributo, è lo studio condotto da Vanderborght e collaboratori (2012) con il robot sociale Probo, che è stato impiegato come agente narrativo per il racconto di storie sociali. Da questo studio sono emerse alcune indicazioni utili di cui si è tenuto conto nell'impostare la proposta di intervento presentata che ha visto l'impiego non solo della robotica nel racconto di storie sociali, ma anche quello dei mondi virtuali.

4. Mondi virtuali 3D e disabilità

I mondi virtuali 3D, presi in considerazione nella presente trattazione, sono ambienti online multi-utente (MUVES - Multi-User Virtual Environments) caratterizzati da una flessibilità nella progettazione degli spazi e degli avatar che li abitano e da una profonda dimensione sociale. Esempio di tecnologie di questo tipo sono Second Life (<https://secondlife.com/>), i mondi costruiti con tecnologia OpenSimulator (http://opensimulator.org/wiki/Main_Page) e i cosiddetti *sandbox games* come Minecraft (<https://minecraft.net>).

La vasta letteratura internazionale degli ultimi 15 anni, dal lancio di Second Life al pubblico nel 2003, ha sempre più evidenziato l'interesse del mondo dell'educazione per gli

³ Quando il robot assomiglia ad una figura umana genera una sensazione di familiarità e di piacevolezza fino ad un punto in cui l'eccessivo realismo associato a una incapacità di emettere adeguate risposte attese produce un brusco calo delle reazioni emotive positive dstando sensazioni spiacevoli come inquietudine e perturbamento (Mori, 1970).

ambienti immersivi 3D, focalizzando l'attenzione su percorsi di ricerca che intendevano individuare le affordance legate ad aspetti rilevanti per il processo di insegnamento/apprendimento, come il concetto di presenza e identità (Fedeli, 2013; 2016; Taylor, 2003), l'aspetto culturale (Boellstorff, 2008; Pearce, 2009), la dimensione sociale e comunitaria (Dawley, 2009). La flessibilità d'uso di tali ambienti, in termini di progettazione didattica e di utenza interessata (dagli ambienti per studenti della scuola di base a mondi per adulti), ne ha consentito l'esplorazione anche nell'ambito della didattica speciale, prevedendo progetti e sperimentazioni con studenti con bisogni speciali.

In tale direzione sono sempre più numerose le documentazioni di percorsi di formazione per i docenti a supporto di alunni con difficoltà (Nussli & Oh, 2015) e output di ricerca riguardanti la sperimentazione dei mondi virtuali in caso di disabilità (Carr, 2010; Lorenzo, Lledó, Pomares & Roig, 2016), con studi specifici su disabilità motoria (Wilson, Washington, Engel, Ciol & Jensen, 2006), intellettiva (Standen & Brown, 2005) e ASD (Didehbani, Allen, Kandalaf, Krawczyk & Chapman, 2016; Parsons, 2015; Parsons & Mitchell, 2002; Ringland, Baldwin, Boyd & Hayes, 2016; Stendal & Ballandin, 2015; Wallace, Parsons & Bailey, 2017).

Nel caso specifico di interesse per il presente contributo, ci si soffermerà su alcune coordinate di riferimento emerse nel panorama scientifico internazionale, su interventi formativi progettati per/con soggetti con ASD e, in particolare, sull'attenzione rivolta allo sviluppo della comprensione sociale.

Gli studi sull'uso dei mondi virtuali per il rinforzo e lo sviluppo delle abilità e delle competenze connesse allo sviluppo delle relazioni interpersonali in funzione di una comprensione sociale riguarda sia approcci di impostazione comportamentista, sia cognitivista e ha condotto a diverse modalità di intervento, dalla costruzione di interi mondi dedicati a bambini con ASD come la versione di Minecraft denominata AutCraft (<https://www.autcraft.com/>), al coinvolgimento del soggetto stesso nella co-progettazione e costruzione di un ambiente (Millen, Cobb & Patel, 2011).

La review di Parsons e Mitchell (2002) evidenzia gli elementi che un ambiente virtuale è utile che possieda per risultare produttivo, quando usato per il processo di insegnamento/apprendimento della comprensione sociale con soggetti con ASD: (i) la possibilità di ripetere attività e relative abilità (per esempio: chiedere il permesso se qualcuno ci ostacola il passaggio); (ii) apprendimento routinario di regole sociali (per esempio: salutare quando si incontra qualcuno); (iii) diminuzione nel tempo del supporto dell'educatore (per esempio: suggerire come muoversi e/o come rispondere verbalmente nell'ambiente virtuale); (iv) possibilità di intervenire con istruzioni/spiegazioni verbali rispetto al comportamento da insegnare (per esempio: l'educatore può inviare un messaggio scritto tramite chat privata); (v) la possibilità di verificare come un'azione possa impattare sugli altri (per esempio: do un regalo e verifico che il ricevente sia felice di averlo ricevuto); (vi) possibilità di fare pratica in un'ambientazione realistica (per esempio: costruire ambienti familiari come la scuola o il parco); (vii) la possibilità di praticare lo stesso comportamento in contesti differenti (ad esempio: chiedere a un compagno di giocare a scuola, al parco, a casa); (viii) la possibilità di attivare role-play (ad esempio: avviare un dialogo intorno a una situazione tipo). Infine, si sottolinea come il mondo virtuale selezionato e utilizzato debba essere facilmente accessibile da parte degli insegnanti e degli alunni, sia a scuola che a casa.

5. edMondo: le affordance per studenti con ASD

Tra le diverse opzioni disponibili si è scelto di utilizzare il mondo virtuale edMondo (<http://edmondo.indire.it>) in considerazione della sua stabilità (nasce nel contesto italiano nel 2012 per iniziativa di Indire) e della sua usabilità in quanto si sviluppa nell'ambito di un progetto dedicato alla didattica immersiva ed è usato esclusivamente per percorsi didattici nel contesto scolastico.

edMondo è un ambiente virtuale 3D multi-utente in grado di soddisfare tutti gli aspetti precedentemente evidenziati come produttivi e, per tali motivi, lo si è ritenuto appropriato per la progettazione di percorsi educativo-didattici con obiettivi inclusivi, coinvolgendo soggetti con ASD e normotipici.

I soggetti target, cui l'intervento didattico sarà rivolto, sono soggetti ad alto funzionamento. In considerazione dell'influenza che sia la variabile età sia la variabile QI possono avere sulla comprensione delle emozioni e, conseguentemente, sulle abilità nelle relazioni interpersonali da parte di persone con ASD (Salomone, Bulgarelli, Thommen, Rossini & Molina, 2018) si ritiene che l'ipotesi di intervento proposta possa rappresentare un'opportunità sia per bambini (otto-dieci anni), sia per ragazzi più grandi con funzionamento intellettuale *borderline*.

L'aspetto legato alla sicurezza rende edMondo particolarmente appetibile nel contesto italiano rispetto ad altri mondi virtuali sociali, seppur anch'essi gratuiti, in quanto l'accesso all'ambiente è riservato esclusivamente a docenti e studenti, una peculiarità che garantisce: (i) l'identificazione di ogni utente attraverso il proprio nome anagrafico (non un nickname); (ii) l'assenza di eventuali problematiche legate a fenomeni di molestia, tipici di ambienti multi-utente in cui l'utenza è varia e mossa da obiettivi non specificatamente educativi; (iii) la possibilità di controllare il livello di socialità a cui si vuole esporre lo studente (mantenendo l'accesso a uno spazio ad uso di pochi utenti o aperto a chiunque). Risulta, inoltre, compatibile con i requisiti di accessibilità suggeriti in caso di utilizzo a scuola. Attraverso un computer dotato di una scheda grafica appropriata e una connessione internet, è possibile, con estrema facilità, scaricare e impostare il *viewer* per accedere al mondo virtuale. Indire organizza periodicamente corsi di formazione gratuiti per orientare i docenti interessati a un primo utilizzo dell'ambiente e negli anni si è costituita una corposa comunità di supporto formata non solo da docenti e studenti, ma anche da sviluppatori, formatori e ricercatori, una comunità in stretta sinergia che consente un aggiornamento continuo tra pari.

Al fine di chiarire in quale modo e attraverso quali strategie sia possibile creare percorsi di apprendimento per lo sviluppo della comprensione sociale, si ritiene necessario esplicitare alcune caratteristiche di edMondo, comuni agli ambienti 3D progettati con la stessa tecnologia, fornendone una breve argomentazione:

- *embodiment* dell'utente: il mondo virtuale vive della presenza di utenti-avatar, rappresentazioni grafiche 3D altamente personalizzabili. L'avatar può essere considerato un corpo virtuale nel quale l'utente si incarna e che consente non solo di attivare la propria intenzionalità (Taylor, 2003), agendo nello spazio e interagendo con altri utenti, ma di comunicare le proprie emozioni attraverso l'espressione verbale (orale e scritta), un uso consapevole della prossemica, della mimica facciale e nella scelta di indumenti e accessori (Fedeli, 2013; 2016). Azione e percezione sono i due piani che, grazie all'*embodiment*, sono espressi nel mondo virtuale dall'operare simbolico e sensomotorio;

- progettazione *open-ended*: la flessibilità con la quale un ambiente può essere costruito all'interno del mondo virtuale fa sì che esso possa essere facilmente utilizzato per ricreare scenari realistici vicini all'esperienza della persona con ASD; oggetti statici e dinamici, costruzioni intere e/o spazi sociali possono essere creati direttamente nel mondo, grazie alle funzioni di *building* e *scripting*. Nel caso in cui il docente non avesse le competenze necessarie per usare tali opportunità, può velocemente individuare nel web oggetti di suo interesse (file Open Simulator Archive, OAR) e importarli in edMondo (ad esempio un edificio scolastico completo), al fine di personalizzarli per soddisfare l'esigenza di familiarità con la quotidianità del bambino/ragazzo. L'immersione in un ambiente slegato da trame narrative e da obiettivi rigidi da raggiungere (come nel caso dei mondi task-oriented) consente al docente di avviare percorsi di apprendimento, basati su approcci problem-based o incentrati sul roleplaying;
- *Point of View* (POV): la gestione della prospettiva che ogni utente-avatar può assumere è gestita attraverso la funzionalità di visuale che comprende quattro opzioni: *back*, *front*, *over the shoulder* e *first-person* (o *mouselook*) (Figura 1). Al fine di rendere l'approccio con l'ambiente virtuale graduale, è possibile passare da una prospettiva in prima persona, in cui il soggetto vede il mondo intorno a sé senza visualizzare il proprio avatar, a una prospettiva in cui il proprio *corpo* è visibile. Il poter gestire il punto di vista produce una serie di implicazioni sulle relazioni sociali (Fedeli, 2014), consentendo alla persona con ASD di sviluppare la capacità di *perspective taking* (Parsons, Leonard & Mitchell, 2006).



Figura 1. Rappresentazione delle diverse opzioni di visuale in edMondo.

6. Storie sociali, robotica e mondi virtuali

Le *storie sociali* sono uno strumento di intervento ideato da Carol Gray (2000) con l'obiettivo di aumentare le abilità sociali dei bambini; non sono altro che brevi narrazioni o meglio scenari scritti rispettando alcuni principi, che consentono ai bambini con autismo di capire come comportarsi in maniera adeguata nelle diverse situazioni sociali. Solo una migliore comprensione di una specifica situazione sociale consente, infatti, ai bambini con ASD un adeguato funzionamento sociale (Kokina & Kern, 2010; Vanderborgh et al., 2012).

La scrittura delle storie sociali richiede di rispettare alcuni passaggi fondamentali: fissare un obiettivo da raggiungere (un comportamento inadeguato da modificare, ad esempio), scrivere il testo in prima o in terza persona, rispettare una chiarezza e precisione letteraria (i bambini con autismo interpretano in maniera letteraria la comunicazione), utilizzare il supporto di immagini. Le storie sociali contengono normalmente semplici frasi con diversa funzione: descrittiva, direttiva e in prospettiva (Gray & Garand, 1993) che vengono qui schematizzate con un esempio per lo scenario della festa di compleanno utilizzato nella progettazione che viene proposta (Figura 2).

1	Descrivere lo scenario	Oggi è il compleanno di NAO. Siamo a scuola.
2	Presentare il comportamento appropriato	Io farò gli auguri a NAO. Io darò un regalo a NAO.
3	Esplicitare le reazioni al comportamento	NAO sarà felice di ricevere il regalo.

Figura 2. Esempio di comunicazione da attivare nella storia sociale.

Molte ricerche hanno dimostrato l'efficacia degli interventi basati sull'utilizzo di storie sociali (Adams, Gouvousis, VanLue & Waldron, 2004; Barry & Burlew, 2004; Sansosti, Powell-Smith & Kincaid, 2004) a livello di comportamenti problematici (Crozier & Tincani, 2007; Kuoeh & Miranda, 2003); comportamenti desiderabili (Swaggart et al., 1995) comportamenti di scelta e di gioco (Barry & Burlew, 2004) e comportamenti di interazione appropriata (Scattone, Tingstrom & Wilczynski, 2006).

Generalmente le storie sociali vengono lette dalla persona che interagisce con il bambino (educatore, insegnante, terapeuta), al quale è richiesto di focalizzare l'attenzione sull'interlocutore umano. Gli studi precedentemente analizzati hanno dimostrato che il bambino con ASD riesce ad interagire meglio e mantenere l'attenzione congiunta (Robins & Dautenhahn, 2004) con un robot sociale verso il quale tende ad avvicinarsi in modo proattivo (Dautenhahn & Billard, 2002). A partire da queste constatazioni Vanderborgh et al. (2012) hanno utilizzato un robot (Probo) come narratore di storie sociali, elaborando un design a sbalzo ABAC (Neuman & McCormick, 1995), a cui si è fatto riferimento nell'ideazione del nostro intervento, apportando alcune modifiche.

Versioni multimediali delle storie sociali (Hagiwara & Smith Myles, 1999) e ambientazioni virtuali (Ke & Im, 2013; Lorenzo et al., 2016; Parsons & Mitchell, 2002) sono state proposte in diversi studi con soggetti di età diverse e attraverso dispositivi tecnologici di vario tipo come, ad esempio, i mondi virtuali multi-utente come Second Life (Kandalaf, Didehban, Krawczyk, Allen & Chapman, 2012).

7. Progettazione di storie sociali: dall'ambiente naturale all'ambiente virtuale

La progettazione dell'attività descritta fa parte di un disegno di ricerca single-case (Horner et al., 2005; Janosky, Leininger, Hoerger & Libkuman, 2009; Neuman & McCormick, 1995; Vanderborgh et al., 2012) con un coinvolgimento successivo di diversi bambini con ASD con caratteristiche simili. Il profilo a cui si rivolge la sperimentazione prevede un bambino/a di età compresa tra gli otto e i dieci anni, integrato/a nella scuola primaria con una diagnosi di ASD ad alto funzionamento e con un deficit cognitivo e linguistico che non precluda l'utilizzo dei diversi dispositivi tecnologici e l'interazione con gli stessi.

La sperimentazione prevede la successione di cinque moduli (sessioni) di intervento di cui si riporta una sintesi in Figura 3.

Modulo 1	Modulo 2	Modulo 3	Modulo 4	Modulo 5
Prerequisiti	Riconoscimento delle emozioni	Causa esterna	Credenza	Generalizzazione
Costruzione della relazione con il robot NAO	Uso di storie sociali: interazione bambino- robot NAO	Uso di storie sociali bambino-robot NAO e uso di storie sociali videoregistrate nel mondo virtuale: il bambino è spettatore	Il bambino accede al mondo virtuale: interagisce con il robot virtuale e sperimenta diversi POV	Il bambino accede al mondo virtuale: interagisce con il robot virtuale in un'ambientazione diversa

Figura 3. I moduli del progetto complessivo.

Articolazione dell'intervento		
Scenario: la festa di compleanno		
Script: la gioia		
0 Familiarizzazione	Scenario in ambiente naturale: festa di compleanno a scuola	NAO interagisce con l'interlocutore umano (adulto)
1a Riconoscimento dell'emozione e della causa esterna	scenario in ambiente naturale: festa di compleanno a scuola	Il bambino con ASD interagisce con NAO con prompt dell'interlocutore umano (adulto)
1b Riconoscimento dell'emozione e della causa esterna	Scenario in ambiente naturale: festa di compleanno a scuola	Il bambino con ASD interagisce con NAO
2a Riconoscimento dell'emozione e della causa esterna	Scenario in ambiente virtuale: festa di compleanno nella scuola virtuale	Il bambino con ASD è spettatore esterno: osserva un video registrato nel mondo virtuale con punto di vista first-person
2b Riconoscimento dell'emozione e della causa esterna	Scenario in ambiente virtuale: festa di compleanno nel parco	Il bambino con ASD è spettatore esterno: osserva un video registrato nel mondo virtuale con punto di vista first-person
3 Coordinare credenze ed emozioni	Scenario in ambiente naturale: festa di compleanno a scuola	Il bambino con ASD interagisce con NAO e con un compagno normotipico
4 Saper adottare il punto di vista emotivo dell'altro	Scenario in ambiente virtuale: festa di compleanno nel parco	Il bambino con ASD è spettatore esterno: osserva un video registrato nel mondo virtuale con il punto di vista del robot virtuale
5 Utilizzare l'emozione dell'altro per prendere decisioni e attivare specifici comportamenti	Scenario in ambiente virtuale: festa di compleanno nel parco	Il bambino con ASD entra nella storia sociale con il robot virtuale e un compagno normotipico

Figura 4. Esempio di articolazione di uno dei percorsi focalizzati su una specifica emozione.

Si intende, in questa sede, descrivere nel dettaglio la progettazione di un unico scenario (festa di compleanno) e relativo script riguardante l'emozione oggetto di attenzione, la

gioia e, nello specifico verrà delineato il percorso dal riconoscimento alla generalizzazione (Figura 4).

7.1. Gli step di lavoro

Gli strumenti impiegati nel progetto sono il robot NAO (opportunamente programmato e controllato a distanza per rispondere in maniera adeguata alle interazioni con il bambino); il mondo virtuale edMondo (strutturato con spazi creati rispettando le esigenze sensoriali dei bambini e con situazioni sociali in cui è richiesta una partecipazione del bambino prima da spettatore e poi da attore).

L'intervento è articolato in una serie di step di lavoro a complessità crescente nei quali il bambino può sperimentare, attraverso storie sociali, la messa in atto di comportamenti prima in un'interazione con il robot e poi, con lo stesso all'interno del mondo virtuale.

La fase di avvio prevede una iniziale familiarizzazione sia con il robot sia con le storie sociali. Il bambino viene sollecitato dall'adulto a mettere in atto un primo scambio naturale con il robot e successivamente entra in contatto con le storie sociali attraverso l'interlocutore umano. In questa fase è importante valutare la presenza di alcuni indispensabili prerequisiti nel bambino, come la mancanza di un'abilità sociale sulla quale si vuole intervenire; la capacità di approcciarsi alla lettura (ad es. aprire e sfogliare un libro) la capacità o meno di riconoscere le emozioni (Vanderborght et al., 2012) perché è sulla base della presenza/assenza di questi prerequisiti che verrà strutturata la storia sociale stessa (è possibile recuperare storie sociali già pronte come quelle elaborate da Gray, 2000).

Viene inoltre valutata la quantità e la tipologia di prompt che l'adulto fornisce al bambino durante l'esecuzione delle attività. Gli stessi prompt vengono monitorati nel corso di tutte le sessioni, per verificare come variano in rapporto all'utilizzo delle diverse strumentazioni.

Nelle fasi successive, il robot mediatore diventa prima narratore della storia secondo le modalità definite da Vanderborght e collaboratori (2012) e poi, al fine di valutare la trasferibilità del comportamento sociale *allenato* in una situazione concreta, protagonista della storia con l'adulto (il bambino osserva esternamente l'interazione adulto-robot e deve anticipare le azioni sociali che l'adulto deve mettere in pratica). Per quanto concerne le indicazioni operative, è importante che il robot sia comandato a distanza durante l'interazione con il bambino senza che questo ne sia consapevole, evitando possibili errori di risposta che potrebbero far innescare il fenomeno della Uncanny Valley. Ne consegue la necessaria e dettagliata programmazione del supporto robotico che deve generare una coerenza tra risposte fornite dal robot alle domande del bambino, i movimenti delle sue parti (braccia, testa, tronco) e le emozioni manifestate.

Al fine di favorire lo sviluppo nel bambino della capacità di assunzione del punto di vista altrui e della generalizzazione delle abilità sociali, viene prevista un'estensione del lavoro nel mondo virtuale dove, in una prima fase, il bambino è spettatore di storie in cui il robot è protagonista ma, nello stesso tempo, è chiamato ad anticipare alcune risposte che il robot dovrebbe fornire in relazione ad una determinata situazione sociale. In una fase successiva il bambino entra nel mondo virtuale e diventa lui stesso protagonista di una storia con il robot.

7.2. Strumenti di rilevazione dei dati

I dati saranno rilevati in presenza e attraverso videoregistrazioni mediante l'impiego di tre strumenti:

- il Test TEC (Test of Emotion comprehension) (Albanese & Molina, 2013; Pons & Harris, 2000) nella fase iniziale di valutazione dei prerequisiti e durante le diverse ulteriori fasi del processo;
- una griglia di osservazione opportunamente predisposta su alcuni degli indicatori forniti da Robins e collaboratori (2005; 2009; 2014) per valutare cambiamenti nel contatto oculare, imitazione e trasferimento delle modalità di interazione all'interlocutore umano (Conti, Di Nuovo, Buono, Trubia & Di Nuovo, 2015);
- una griglia di osservazione per monitorare la quantità e la tipologia di prompt offerti dall'interlocutore umano al bambino durante le varie sessioni opportunamente predisposta sulla scala a sette punti fornita da Vanderborgh et al. (2012) e riportata in Figura 5.

Comportamento target	
6	nessuna occorrenza del comportamento target
5	occorrenza del comportamento target con prompt gestuale, verbale e fisico
4	occorrenza del comportamento target con prompt fisico e verbale
3	occorrenza del comportamento target con prompt gestuale e verbale
2	occorrenza del comportamento target con prompt fisico
1	occorrenza del comportamento target con prompt gestuale
0	occorrenza del comportamento di destinazione senza alcun suggerimento

Figura 5. Livelli di prompt da fornire. Tratti e rielaborati da Vanderborgh et al. (2012), p. 354.

I feedback raccolti attraverso i diversi strumenti di rilevazione consisteranno in dati quantitativi e qualitativi. Le analisi condotte dai ricercatori coinvolti si avvarranno anche del continuo confronto con gli insegnanti e gli eventuali altri profili professionali in contatto con il bambino in un processo di triangolazione.

8. Conclusioni

Il lavoro si propone di migliorare, attraverso l'impiego congiunto di robotica, mondi virtuali e storie sociali, lo sviluppo della ToM consentendo ai bambini con ASD di avvicinarsi allo *stato mentale altrui* e di comprendere il modo in cui altre persone possono agire in determinate situazioni sociali.

I risultati che ci proponiamo di raggiungere con l'indagine proposta riguardano la graduale capacità del bambino di assumere il punto di vista di un'altra persona; la possibilità di riconoscerne i pensieri e i sentimenti emettendo una risposta emotiva appropriata allo *stato emotivo* mostrato dalla persona stessa; la generalizzazione delle abilità sociali apprese in differenti contesti; la diminuzione dei prompt offerti dall'adulto o dal robot per effettuare il compito sociale proposto.

Partendo dal presupposto che l'acquisizione delle regole sociali, necessarie per interagire efficacemente, richiede una capacità di interpretazione dei pensieri e degli stati affettivi-emozionali altrui, riteniamo che l'utilizzo del supporto robotico (per le sue caratteristiche di semplicità, la capacità di attrarre l'attenzione e di motivare all'interazione) e del mondo virtuale potrebbe generare un maggior coinvolgimento e disponibilità del bambino nell'ascoltare e seguire, le storie sociali e poi entrare nelle stesse, come protagonista. Un

ambiente sociale arricchito gradualmente da stimolazioni sensoriali e progettato in modo da ricreare differenti situazioni di realtà (come quello generato dal mondo virtuale) può inoltre condurre il bambino all'acquisizione della capacità di assumere punti di vista differenti dal proprio e di generalizzare le abilità apprese.

Nella predisposizione del piano progettuale di un intervento di questo tipo, è necessario tenere in considerazione alcuni aspetti critici strettamente connessi alla buona riuscita dell'indagine:

- la progettazione attenta del protocollo di intervento in cui è necessario descrivere nel dettaglio le azioni che devono essere messe in pratica e le frasi che devono essere pronunciate da ogni partecipante (bambino-robot-adulto); i materiali che si prevede di utilizzare (esempio: immagini); gli adattamenti ambientali da adottare; la qualità e la tipologia di prompt da fornire;
- la scelta attenta del supporto robotico che, come abbiamo visto, deve possedere alcune caratteristiche per sollecitare il contatto oculare e fisico, l'imitazione e il desiderio di interagire. In questo senso, NAO risulta rispondente alle esigenze sopracitate perché non solo presenta una struttura antropomorfa, ma anche un volto che risponde ai criteri evidenziati da Marti (2005): una serie di punti organizzati all'interno di un tondo che catturano l'attenzione. Il limite di NAO è quello di avere un costo eccessivo e quindi di non essere disponibile per un lavoro pensato, ad esempio, all'interno di una struttura scolastica;
- la necessità di programmare dettagliatamente il robot (che richiede tempi lunghi nei quali considerare molte variabili in gioco), al fine di renderlo rispondente nell'immediato alle richieste del bambino, prevedendo delle interruzioni nel racconto e nello svolgimento della storia sociale, necessarie per dare al bambino la possibilità di provare ad anticipare la risposta corretta;
- la specificità del mondo virtuale richiede all'utente di interagire attraverso un avatar, una rappresentazione grafica nella quale l'utente si incarna. Il bambino con ASD deve, pertanto, essere accompagnato nel processo di identificazione valutandone, di volta in volta, la fattibilità.

Al fine di raggiungere i risultati attesi sarà necessario, alla luce di un approccio inclusivo, un coinvolgimento attivo degli insegnanti adeguatamente formati all'interno del contesto scolastico. Dopo la fase pilota si valuterà in che misura estendere parte degli interventi alla classe prevedendo un'interazione tra il bambino con ASD e i compagni.

Bibliografia

- Adams, L., Gouvousis, A., VanLue, M., & Waldron, C. (2004). Social story intervention. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 19*(2), 87–94.
- Albanese, O., & Molina, P. (eds). (2013). *Lo sviluppo della comprensione delle emozioni e la sua valutazione*. Milano: Unicopli.
- APA. American Psychiatric Association (2013). *DSM-V Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*. Milano: Raffaello Cortina.
- AutCraft. <https://www.autcraft.com/> (ver. 15.04.2019).
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: an essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a “Theory of Mind?”. *Cognition*, 21, 37–47.
- Barry, L.M., & Burlew, S.B. (2004). Using social stories to teach choice and play skills to children with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 19(1), 45–51.
- Bartneck, C., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007). Is the Uncanny Valley an Uncanny Cliff? *16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 368–373. Korea: IEEE.
- Best, J.R., Miller, P.H., & Jones, L.L. (2009). Executive functions after age 5: changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180–200.
- Billard, A., Robins, B., Nadel, J., & Dautenhahn, K. (2007). Building Robota, a mini-humanoid robot for the rehabilitation of children with autism. *Assistive Technology*, 19(1), 37–49.
- Boellstorff, T. (2008). *Coming of age in Second Life*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Boucenna, S., Narzisi, A., Tilmont, E., Muratori, F., Pioggia, G., Cohen, D., & Chetouani, M. (2014). Interactive technologies for autistic children: a review. *Cognitive Computation*, 6, 1–19.
- Cabibihan, J.J., Javed, H., Marcelo, H.A. & Aljunied, S.M. (2013). Why Robots? A survey on the roles and benefits of social robots for the therapy of children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593–618.
- Camaioni, L. (ed.). (2003). *La Teoria della mente. Origini, sviluppo e patologia. Terza edizione*. Roma-Bari: Gius. Laterza e Figli.
- Carlson, S.M., & Moses, L.J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children’s theory of mind. *Child Development*, 72, 1032–1053.
- Carlson, S.M., Moses, L.J., & Claxton, L.J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 299–319.
- Carr, D. (2010). Constructing disability in online worlds: Conceptualising disability in online research. *London Review of Education*, 8(1), 51–61.
- Conti, D., Di Nuovo, S., Buono, S., Trubia, G., & Di Nuovo, A. (2015). Use of robotics to stimulate imitation in children with Autism Spectrum Disorder: A pilot study in a clinical setting. *Proceedings of the 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Kobe, Japan.
- Crozier, S., & Tincani, M. (2007). Effects of social stories on prosocial behavior of preschool children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 37(9), 1803–1814.
- Cunha Costa, S.C. (2014). *Affective robotics for socio-emotional development in children with Autism Spectrum Disorders*. Tesi di dottorato, Universidade di Minho, Braga, Portugal.
- Dautenhahn, K., & Billard, A. (2002). Games children with autism can play with Robota, a humanoid robotic doll. In S. Keates, P. Langdon, P.J. Clarkson & P. Robinson

- (eds), *Universal Access and Assistive Technology* (pp. 179-190). London: Springer.
- Dautenhahn, K., & Werry, I. (2004). Towards interactive robots in autism therapy: Background, motivation and challenges. *Pragmatics & Cognition*, 12(1), 1–35.
- Davis, M.H. (1994). *Empathy: a social psychological approach*. Boulder, CO: Westview Press.
- Dawley, L. (2009). Social network knowledge construction: emerging virtual world pedagogy. *On the horizon*, 17(2), 109–121.
- Dennett, D. (1978). Beliefs about beliefs. *Behavioral and Brain Sciences*, 4, 568–570.
- Didehbani, N., Allen, T., Kandalaft, M., Krawczyk, D., & Chapman, S. (2016). Virtual reality social cognition training for children with high functioning autism. *Computers in Human Behavior*, 62, 703–711.
- Diehl, J.J., Schmitt, L.M., Villano, M., & Crowell, C.R. (2012). The clinical use of robots for individuals with Autism Spectrum Disorders: A critical review. *Research in autism spectrum disorders*, 6(1), 249–262.
- Fedeli, L. (2013). *Embodiment e mondi virtuali. Implicazioni didattiche*. Milano: FrancoAngeli.
- Fedeli, L. (2014). Aspetti ludici e dimensione empatica nei mondi virtuali: uno studio di caso in Second Life. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 14, 62–73.
- Fedeli, L. (2016). Virtual body: Implications for identity, interaction and didactics. In S. Gregory, M.J.W. Lee, B. Dalgarno & B. Tynan (eds.), *Learning in Virtual Worlds. Research and Applications* (pp. 67-85). Edmonton: AUP Press.
- Feil-Seifer, D., & Mataric, M.J. (2011). Automated detection and classification of positive vs. negative robot interactions with children with Autism using distance-based features. *Proceedings of the 6th international conference on Human-robot interaction*, 323–330. New York, NY: ACM DL.
- Ferrari, E., Robins, B., & Dautenhahn, K. (2009). Therapeutic and educational objectives in robot assisted play for children with autism. *The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 108–114. Piscataway: IEEE.
- Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the enigma*. Oxford: Blackwell.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton, Mifflin and Company.
- Giullian, N., Ricks, D., Atherton, A. Colton, M., Goodrich, M., & Brinton, B. (2010). Detailed Requirements for Robots in Autism Therapy. *2010 IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics (SMC)*, 2595–2602. Istanbul: IEEE.
- Gray, C. (2000). *The new social story book*. Arlington, TX: Future Horizons Inc.
- Gray, C.A., & Garand, J.D. (1993). Social stories: improving responses of students with autism with accurate social information. *Focus on autistic Behaviour*, 8(1), 1–10.
- Hagiwara, T., & Smith Miles, B. (1999). A multimedia social story intervention. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 14(2), 82–95.

- Hala, S., Hug, S., & Henderson, A. (2003). Executive functioning and false belief understanding in preschool children: Two tasks are harder than one. *Journal of Cognition and Development, 4*, 275–298.
- Happé, F.G. (1997). Central coherence and theory of mind in Autism: Reading homographs in context. *British Journal of Developmental Psychology, 15*, 1–12.
- Hobson, R.P. (1990). On acquiring knowledge about people and the capacity to pretend. *Psychological Review, 97*, 114–122.
- Horner, R.H., Carr, E.G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single- subject research to identify evidence- based practice in special education. *Exceptional Children, 71*(2), 165–179.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology, 16*, 233–253.
- Huskens, B., Verschuur, R., Gillesen, J., Didden, R., & Barakova, E. (2013). Promoting question-asking in school-aged children with Autism Spectrum Disorders: Effectiveness of a robot intervention compared to a human-trainer intervention. *Developmental neurorehabilitation, 16*(5), 345–356.
- Indire. Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa. *edMondo - Il mondo virtuale per la scuola*. <http://edmondo.indire.it/> (ver. 15.04.2019).
- Janosky, I.E., Leininger, S.L., Hoerger, M.R, & Libkuman, T.M. (2009). *Single subject designs in biomedicine*. Netherlands: Springer Verlag.
- Kandalaf, M.R., Didehban, N., Krawczyk, D.C., Allen, T.T., & Chapman, S.B. (2012). Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism. *Journal of autism and developmental disorders, 43*(1), 34–44.
- Ke, F., & Im, T. (2013). Virtual-Reality-based interaction training for children with high-functioning Autism. *Journal of Educational Research, 106*(6), 441–461.
- Kokina, A., & Kern, L. (2010). Social story interventions for students with autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Journal of autism and developmental disorders, 40*(7), 1–15.
- Kozima, H., Michalowski, M.P., & Nakagawa, C. (2009). Keepon. *International Journal of Social Robotics, 1*(1), 3–18.
- Kuoch, H., & Mirenda, P. (2003). Social story interventions for young children with autism spectrum disorders. *Focus on Autism and other developmental disabilities, 18*(4), 219–227.
- Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G., & Stefanov, D. (2012). Which robot features can stimulate better responses from children with autism in robot-assisted therapy?. *Journal of Advanced Robotic Systems, 9*(72), 1–6.
- Lee, K.M., Jung, Y., Kim, J., & Kim, S.R. (2006). Are physically embodied social Agents better than disembodied social agents?: The effects of physical embodiment, tactile interaction, and people’s loneliness in human–robot interaction. *International Journal of Human-Computer Studies, 64*(10), 962–973.
- Leslie, A.M. (1991). The theory of mind impairment in Autism: Evidence for a modular mechanism of development?. In A. Withen (ed.), *Natural Theory of Mind* (pp.63-78). Oxford: Basil Blackwell.

- Lorenzo, G., Lledó, A., Pomares, J., & Roig, R. (2016). Design and application of an immersive virtual reality system to enhance emotional skills for children with autism spectrum disorders. *Computer & Education*, 98, 192–205.
- Lytridis, C., Vrochidou, E., Chatzistamatis, S., & Kaburlasos, V. (2019). Social engagement interaction games between children with Autism and humanoid robot NAO. In M. Graña, J.M. López-Guede, O. Etxaniz, Á. Herrero, J.A. Sáez, H. Quintián, E. Corchado (eds.), *International Joint Conference SOCO'18-CISIS'18-ICEUTE'18. SOCO'18-CISIS'18-ICEUTE'18 2018* (pp. 562-570). Cham: Springer.
- Marti, P. (2005). L'interazione Uomo-Robot. *Ergonomia*, 2, 50–57.
- Millen, L., Cobb, S., & Patel, H. (2011). Participatory design approach with children with autism. *International Journal on Disability and Human Development*, 10(4), 289–294.
- Minecraft. <https://minecraft.net> (ver. 15.04.2019).
- Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, 7(4), 33–35.
- Neuman, S.B., & McCormick, S. (1995). *Single-Subject experimental research: applications for literacy*. Newark, NJ: International Reading Association.
- Nussli, N.C., & Oh, K. (2015). A systematic, inquiry-based 7-Step virtual worlds teacher training. *E-Learning and Digital Media*, 12(5-6), 502–529.
- OpenSimulator. http://opensimulator.org/wiki/Main_Page (ver. 15.04.2019).
- Oswald, T. (2012). *Relations among theory of mind and executive function abilities in typically developing adolescents and adolescents with Asperger's syndrome and high functioning autism*. Tesi di dottorato, University of Oregon, USA. <http://hdl.handle.net/1794/12529> (ver. 15.04.2019).
- Parsons, S. (2015). Learning to work together: designing a multi-user virtual reality game for social collaboration and perspective-taking for children with autism. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 6 C, 28–38.
- Parsons, S., & Mitchell, P. (2002). The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46, 430–443.
- Parsons, S., Leonard, A., & Mitchell, P. (2006). Virtual environments for social skills training: Comments from two adolescents with autistic spectrum disorder. *Computers and Education*, 47, 186–206.
- Pearce, C. (2009). *Communities of play. Emergent cultures, in multiplayer games and virtual worlds*. Cambridge, UK: MIT Press.
- Pennazio, V. (2015). Disabilità, gioco e robotica: una ricerca nella scuola dell'infanzia. *TD - Tecnologie Didattiche*, 23(3), 155–163.
- Pennazio, V. (2017). Social robotic to help children with autism in the interaction through imitation. *REM*, 9, 10–16.
- Pons, F., & Harris, P.L. (2000). *TEC (Test of Emotion Comprehension)*. Oxford: University of Oxford.

- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a “Theory of Mind?”. *Behavioral and Brain Sciences*, 4, 515–526.
- Ricks, D.J., & Colton, M.B. (2010). Trends and considerations in robot-assisted Autism therapy. *2010 IEEE International Conference on, Robotics and Automation (ICRA)*, 4354–4359. Alaska: IEEE.
- Ringland, K.E., Baldwin, M.S., Boyd, L.E., & Hayes, G. (2016). Would you be mine: Appropriating Minecraft as an assistive technology for youth with autism. *ASSETS '16 Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 33–41. New York, NY: ACM.
- Riva, G. (2004). *Psicologia dei nuovi media*. Bologna: Il Mulino.
- Robins, B., & Dautenhahn, K. (2014). Tactile Interactions with a humanoid robot: Novel play scenario implementations with children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 6(3), 397–415. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0228-0> (ver. 15.04.2019).
- Robins, B., Dautenhahn, K., & Dickerson, P. (2009). From isolation to communication: a case study evaluation of robot assisted play for children with autism with a minimally expressive humanoid robot, *Proceedings of 2nd International Conference on Advances in Computer-Human Interaction: ACHI '09*, 205–211. Piscataway, NJ: IEEE.
- Robins, B., Dautenhahn, K., Te Boekhorst, R., & Billard, A. (2005). Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage social interaction skills?. *Univers. Access Inf. Soc.*, 4(2), 105–120.
- Robins, B., Dickerson, P., Stribling, P., & Dautenhahn, K. (2004). Robot-mediated joint attention in children with autism: a case study in robot-human interaction. *Interact. Stud.*, 5(2), 161–198.
- Salomone, E., Bulgarelli, D., Thommen, E., Rossini, E., & Molina, P. (2018). Role of age and IQ in emotion understanding in Autism Spectrum Disorder: implications for educational interventions. *European Journal of Special Education*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/08856257.2018.1451292> (ver. 15.04.2019).
- Sansosti, F.J., Powell-Smith, K.A., & Kincaid, D. (2004). A research synthesis of social story interventions for children with autism spectrum disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 19(4), 194–204.
- Scarantino, A.M. (2002). *Affordances explained*. *Philosophy of Science*, 70(5), 949–961.
- Scassellati, B., Admoni, H., & Mataric, M. (2012). Robots for use in autism research. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 14, 275–294.
- Scassellati, B., Boccanfuso, L., Huang, C.M., Mademtzi, M., Qin, M., Salomons, N., Ventola, P., & Shic, F. (2018). Improving social skills in children with ASD using a long-term, in-home social robot. *Science Robotics*, 3, 1–9.
- Scattone, D., Tingstrom, D.H., & Wilczynski, S.M. (2006). Increasing appropriate social interactions of children with autism spectrum disorders using social stories. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 21(4), 211–222.
- Second Life. <https://secondlife.com/> (ver. 15.04.2019).

- Shantz, C.U. (1983). Social cognition. In P.H. Mussen (ed.), *Handbook of child psychology* (pp. 495-555). New York, NY: Wiley.
- Standen, P.J., & Brown, D.J. (2005). Virtual reality in the rehabilitation of people with intellectual disabilities: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3), 272–282.
- Stanton, C.M, Kahn, P.H., Severson, R.L., Ruckert, J.H., & Gill, B.T. (2008). Robotic animals might aid in the social development of children with autism. *2008 3rd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 271–278. New York, NY: IEEE.
- Stendal, K., & Ballandin, S. (2015). Virtual worlds for people with autism spectrum disorder: a case study in Second Life. *Disability and Rehabilitation*, 37(17), 1591–1598.
- Swaggart, B.L., Gagnon, E., Bock, S.J., Earles, T.L., Quinn, C, Myles, B.S., & Simpson, R.L. (1995). Using social stories to teach social and behavioral skills to children with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 10(1), 1–16.
- Tager-Elusberg, H., Joseph, R., & Eolstein, S. (2001). Current directions in research on autism. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 7(1), 21–29.
- Tapus, A., Maja, M., & Scassellatti, B. (2007). The grand challenges in socially assistive robotics. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 14(1), 35–42.
- Taylor, T.L. (2003). Intentional bodies: virtual environments and the designers who shape them. *International Journal of Engineering Education*, 19(12), 25–34.
- Vanderborght, B., Simut, R., Pop, J.C., Rusu, A.S., Pinte, S., Lefeber, D., & David, D.O. (2012). Using the social robot Probo as a social storytelling agent for children with ASD. *Interaction Studies*, 13(3), 348–372.
- Wainer, J., Dautenhahn, K., Robins, R. & Amirabdollahian, F. (2010). Collaborating with Kaspar: using an autonomous humanoid robot to foster cooperative dyadic play among children with autism. *Proceedings 10thIEEE-RAS International Conference Humanoid Robots, Nashville*, 631–638. Piscataway: IEEE.
- Wallace, S., Parsons, S., & Bailey, A. (2017). Self-reported sense of presence and responses to social stimuli by adolescents with ASD in a collaborative virtual reality environment. *Journal of Intellectual and Developmental Disability*, 42(2), 131–141.
- Werry, I., & Dautenhahn, K. (1999). Applying mobile robot technology to the rehabilitation of autistic children. *Proceedings 7th Symposium on Intelligent Robotic System*, 265–272. Hertfordshire: University of Hertfordshire press.
- Werry, I., Dautenhahn, K., Ogden, B., & Harwin, W. (2001). Can social interaction skills be taught by a social agent? The role of a robotic mediator in autism therapy. In M. Beynon, C.L. Nehaniv & K. Dautenhahn (eds.), *Cognitive technology: instruments of mind* (pp. 57-74). New York, NY: Springer Verlag.
- Wilson, S., Washington, L.A., Engel, J.M, Ciol, M.A., & Jensen, M.P. (2006). Perceived social support, psychological adjustment, and functional ability in youths with physical disabilities. *Rehabilitation Psychology*, 51(4), 322–330.