



# **Università degli Studi di Padova**

CORSO DI LAUREA IN TERAPIA OCCUPAZIONALE  
PRESIDENTE: *Ch.mo Prof. Paolo Bonaldo*

## **TESI DI LAUREA**

**DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO E REALTA' VIRTUALE: IMPLICAZIONI PER IL  
TERAPISTA OCCUPAZIONALE; REVISIONE DELLA LETTERATURA.**

**(Autism Spectrum Disorder and Virtual Reality: Implications for Occupational Therapists;  
Literature Review)**

RELATORE: Prof. Ciol Francesca

LAUREANDO: De Piero Riccardo

**Anno Accademico 2022/2023**

## Sommario

<b>Riassunto</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPITOLO PRIMO: AUTISMO</b> .....	<b>4</b>
<i>Cenni storici</i> .....	4
<i>Diagnosi</i> .....	5
<i>Epidemiologia e Cause</i> .....	6
<i>Terapia Occupazionale e Sindrome dello Spettro Autistico</i> .....	7
<b>CAPITOLO DUE: REALTA' VIRTUALE</b> .....	<b>8</b>
<i>Cos'è la realtà virtuale</i> .....	8
<i>Realtà Virtuale come strumento terapeutico</i> .....	9
<i>Realtà virtuale e Sindrome dello Spettro Autistico</i> .....	10
<b>CAPITOLO TRE: MATERIALI E METODI</b> .....	<b>11</b>
<i>Ricerca bibliografica</i> .....	11
<i>Risultati ottenuti</i> .....	12
<b>CAPITOLO QUATTRO: ANALISI DEI RISULTATI</b> .....	<b>13</b>
<i>Fare la spesa in autonomia</i> .....	13
<i>Imparare a guidare</i> .....	18
<i>Attraversare la strada in autonomia</i> .....	26
<i>Utilizzare l'autobus in autonomia</i> .....	32
<i>Sostenere un colloquio di lavoro</i> .....	37
<b>CAPITOLO CINQUE: DISCUSSIONE</b> .....	<b>42</b>
<b>CAPITOLO SEI: CONCLUSIONE</b> .....	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>47</b>

## **Riassunto**

**Scopo:** L'obiettivo della tesi è di indagare se nella letteratura scientifica sono presenti interventi basati su realtà virtuali (RV), utili nella pratica clinica del terapeuta occupazionale (t.o.) per la riabilitazione di soggetti con autismo (ASD).

**Introduzione:** I pazienti con ASD incontrano difficoltà nel raggiungere obiettivi di autonomia nelle attività di vita quotidiana. Per raggiungere questi obiettivi i soggetti con ASD si rivolgono a diversi professionisti, fra cui anche i t.o. Negli ultimi 10 anni l'utilizzo della RV in ambiti clinici e riabilitativi sta aumentando sempre di più.

**Metodo:** L'indagine della letteratura è stata effettuata tramite database scientifici e riviste scientifiche di settore attraverso le parole chiave: "*Occupational Therapy*", "*Virtual Reality*", "*Autism*", "*Autism Spectrum Disorder*", "*Intervention*". Gli operatori booleani utilizzati sono: "*AND*", "*OR*". Sono stati selezionati dei criteri di inclusione ed esclusione. Gli articoli selezionati sono stati analizzati tramite il Critical Review Form Quantitative Studies della Mc Master University.

**Risultati:** La ricerca bibliografica ha consentito di individuare 8 articoli che rispettavano i criteri di inclusione. Gli studi riguardano 5 aree di intervento: "*fare la spesa in autonomia*", "*imparare a guidare*", "*attraversare la strada in autonomia*", "*utilizzare un autobus in autonomia*", "*sostenere un colloquio di lavoro*".

**Conclusioni:** La letteratura scientifica dimostra che sono presenti degli interventi basati su RV utili alla pratica clinica del t.o. La RV emerge come strumento terapeutico innovativo per i t.o., particolarmente nelle fasi iniziali della riabilitazione. La RV consente la creazione di ambienti virtuali personalizzati e stimolanti, permettendo la scelta e la modifica in tempo reale degli stimoli sensoriali e delle caratteristiche dell'ambiente. Questo approccio offre vantaggi significativi per i pazienti con ASD, consentendo loro di praticare attività quotidiane in ambienti virtuali, eliminando la necessità di spostarsi fisicamente e graduando l'esposizione agli stimoli ambientali. La RV facilita il monitoraggio dei progressi in modo dettagliato durante le sedute e può essere integrata in percorsi riabilitativi multidisciplinari coinvolgendo diversi professionisti. Attualmente mancano protocolli specifici per l'utilizzo della RV, così come indicazioni chiare sulle competenze di base necessarie per beneficiarne appieno.

Seppure i risultati degli studi indicano che gli interventi sono stati efficaci, la qualità delle evidenze non è abbastanza solida per poter affermare che gli interventi basati su RV sono utili; la comunità dei t.o. è chiamata a contribuire attivamente alla produzione di evidenze scientifiche per sfruttare appieno il potenziale terapeutico della RV nella professione e valutare se la RV va abbinata a altri interventi riabilitativi.

## **Abstract**

**Objective:** The aim of the thesis is to investigate whether scientific literature contains interventions based on virtual reality (VR) that are useful in the clinical practice of occupational therapists (OTs) for the rehabilitation of individuals with autism spectrum disorder (ASD).

**Introduction:** Patients with ASD face difficulties in achieving autonomy in daily activities. To address these goals, individuals with ASD seek assistance from various professionals, including o.t. In the last 10 years, the use of VR in clinical and rehabilitative settings has been increasingly prevalent.

**Method:** The literature review was conducted through scientific databases and specialized journals using keywords such as “Occupational Therapy”, “Virtual Reality”, “Autism”, “Autism Spectrum Disorder” and “Intervention”. Boolean operators used included “AND” and “OR”. Inclusion and exclusion criteria were applied, and the selected articles were analyzed using the Critical Review Form Quantitative Studies from McMaster University.

**Results:** The bibliographic search identified 8 articles that met the inclusion criteria. The studies covered 5 areas of intervention: “*grocery shopping independently*”, “*learning to drive*”, “*crossing the street independently*”, “*using public transportation independently*” and “*participating in a job interview*”.

**Conclusion:** Scientific literature demonstrates the presence of VR-based interventions beneficial to the clinical practice of o.t. VR emerges as an innovative therapeutic tool for o.t., particularly in the early stages of rehabilitation. It allows the creation of personalized and stimulating virtual environments, enabling real-time selection and modification of sensory stimuli and environmental characteristics. This approach offers significant advantages for ASD patients, allowing them to practice daily activities in virtual environments, eliminating the need for physical relocation. VR facilitates detailed progress monitoring during sessions and can be integrated into multidisciplinary rehabilitation pathways involving various professionals. Currently, specific protocols for VR use and clear indications regarding the basic skills required for full benefit are lacking. Although study results indicate that interventions were effective, the quality of evidence is not robust enough to conclusively state the usefulness of VR-based interventions. The occupational therapy community is urged to actively contribute to scientific evidence production to fully exploit the therapeutic potential of VR in the profession and assess whether VR should be combined with other rehabilitation interventions.

## INTRODUZIONE

I Disturbi dello Spettro Autistico, dall'inglese Autism Spectrum Disorders (ASD), sono un insieme eterogeneo di disturbi del neurosviluppo caratterizzati da deficit persistente nella comunicazione e nell'interazione sociale e da pattern di comportamenti, interessi o attività ristretti, ripetitivi. In Italia, si stima che 1 bambino su 77 presenti un disturbo dello spettro autistico con prevalenza maggiore nei maschi.

Per i pazienti con Sindrome dello Spettro Autistico raggiungere obiettivi di autonomia nelle attività di vita quotidiana è molto importante poiché ciò consente di migliorare la qualità di vita e vivere una vita autonoma diminuendo il carico assistenziale dei caregivers.

Il t.o è il professionista sanitario che si occupa di aiutare i pazienti con ASD a raggiungere il più alto grado di autonomia nelle attività di vita quotidiana come cura di sé, svago, compiti scolastici o lavorativi, coinvolgimento e partecipazione nei ruoli quotidiani.

Negli ultimi 10 anni in molte aree cliniche e riabilitative è stata introdotta la Realtà Virtuale (RV) come strumento terapeutico. L'utilizzo della RV si è dimostrato molto utile nella riabilitazione di pazienti con diverse patologie come: ictus, PTSD, fobie, paralisi cerebrali, autismo e molte altre.

L'uso della RV offre molti vantaggi in setting riabilitativi, offre la possibilità di creare degli ambienti virtuali accoglienti e strutturati in base alle caratteristiche del paziente e del compito da svolgere modificando la difficoltà e gli stimoli sensoriali e distraenti presenti.

Quindi la RV potrebbe rappresentare un valido strumento terapeutico per i t.o. che si occupano di riabilitazione di pazienti con ASD.

Sulla base di questi presupposti è nato questo progetto di tesi bibliografica atto a indagare le evidenze esistenti tramite i principali database scientifici e le principali riviste scientifiche di settore per cercare di rispondere al seguente quesito: *“Sono presenti in letteratura interventi basati su realtà virtuali utili nella pratica clinica del terapeuta occupazionale per la riabilitazione di soggetti con Sindrome dello Spettro Autistico?”*

## ***CAPITOLO PRIMO: AUTISMO***

### ***Cenni storici***

Il termine autismo deriva dal greco αὐτός (aütós) che significa “stesso”.

Lo psichiatra Eugen Bleuler, all’inizio del XX° secolo, utilizzò il termine autismo per descrivere alcuni sintomi della schizofrenia, nello specifico utilizzò il termine “autismo” per riferirsi alla chiusura in sé stessi degli adulti affetti da questa patologia.

Nel 1943 il neuropsichiatra infantile Leo Kanner pubblicò uno studio condotto su un gruppo di 11 bambini che presentavano i sintomi tipici dell’autismo intitolato “Disturbi autistici del contatto affettivo”; tramite questo studio Kanner coniò il termine “Autismo infantile precoce” creando una distinzione dalle altre malattie psichiatriche. Kanner attribuì le cause di questo disturbo prevalentemente ai genitori dei bambini, essi vennero definiti come freddi, distaccati e perfezionisti. Nel 1994, in concomitanza con gli studi condotti da Kanner, il medico austriaco Hans Asperger tramite lo studio, Die “Autistischen psychopathen” im Kindesalter, propose il termine “Psicopatia Autistica” per descrivere i bambini con sintomi riconducibili alla Sindrome dell’autismo ma senza associazione a un ritardo mentale. Asperger, a differenza di Kanner, attribuì le cause di questo disturbo a fattori organici. Il modello presentato da Asperger venne ribattezzato “Sindrome di Asperger” e ottenne grandi riconoscimenti post-morte.

Questa sindrome studiata inizialmente da Bleuler, approfondita da Kenner, Asperger e molti altri ricercatori non venne riconosciuta come categoria diagnostica specifica fino agli anni 80 quando venne introdotta nel Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi mentali 3° edizione (DSM).<sup>1</sup>

Nelle prime due edizioni del DSM redatto dall’American Psychitric Association (APA), pubblicate nel 1952 e 1986, il termine Autismo veniva utilizzato per descrivere alcuni tratti del comportamento di pazienti affetti da schizofrenia.

Nel 1980, grazie alla pubblicazione del DSM-III, viene introdotta la categoria diagnostica “Disturbi pervasivi dello sviluppo” (DPS) dove al suo interno venne incluso l’“Autismo Infantile”. La definizione “Autismo Infantile” generò dei problemi riguardanti la diagnosi di soggetti adulti poiché il termine utilizzato era troppo specifico e troppo legato all’ambito evolutivo/infantile, perciò, gli autori apportarono delle modifiche molto importanti nel DSM-III-R. Un cambiamento concettuale significativo nel DSM-III-R è stato il passaggio da "autismo infantile" a "disturbo autistico" come termine per la condizione.<sup>2</sup> Questo cambiamento rifletteva una consapevolezza della necessità di un approccio più flessibile e orientato allo sviluppo che sarebbe stato utile attraverso tutte le età e i livelli di sviluppo.<sup>3,4</sup>

Le successive edizioni del DSM hanno dimostrato una maggiore flessibilità diagnostica, dovuta ad una convinzione secondo cui l'autismo rappresenterebbe uno spettro con livelli variabili di ritiro sociale e di abilità cognitive.<sup>5</sup>

Il DSM-5<sup>6</sup> rappresenta un importante cambiamento nella concettualizzazione dell'autismo da un sistema diagnostico multi-categoriale a una diagnosi singola basata su multiple dimensioni. Le sottocategorie dei “Disturbi Pervasivi dello Sviluppo” vennero incluse nella dimensione dei “Disturbi dello Spettro Autistico” (Autism Spectrum Disorder, ASD). Il passaggio da diverse sottocategorie a una singola dimensione ha portato a una migliore specificità diagnostica e una buona sensibilità diagnostica, con oltre il 90% dei bambini con Disturbi Pervasivi dello Sviluppo (DPS) che soddisfano i criteri dell'ASD del DSM-5.<sup>7</sup> Questa nuova definizione è intesa a essere più accurata e mira a diagnosticare l'ASD a un'età più precoce.<sup>8</sup>

### ***Diagnosi***

L'ASD è un disturbo del neuro sviluppo, biologicamente determinato, con esordio nei primi tre anni di vita caratterizzato da una compromissione delle abilità di comunicazione e di interazione sociale e dalla presenza di comportamenti, attività, interessi ripetitivi e stereotipati.<sup>6</sup>

I disturbi dello spettro autistico sono un insieme eterogeneo di disturbi del neuro sviluppo caratterizzati da deficit persistente nella comunicazione sociale e nell'interazione sociale in molteplici contesti e pattern di comportamenti, interessi o attività ristretti, ripetitivi. La diagnosi del disturbo è primariamente clinica, integrata da una specifica valutazione strutturata.<sup>9</sup>

Solitamente i sintomi compaiono nel bambino piccolo ma possono non essere evidenti fino a che le richieste sociali non aumentano ed eccedono le limitate capacità socio-comunicative del soggetto con ASD.

Il DSM-5 introduce la dicitura “disturbo dello spettro autistico” per evidenziare l'eterogeneità e la differenza delle caratteristiche cliniche e funzionali associate a questo disturbo.

La dicitura “spettro” ci aiuta a comprendere che possiamo trovare da un lato pazienti con sintomi “gravi” dove è richiesto un alto grado di assistenza, dove la reciprocità sociale e la comunicazione sono completamente assenti e il comportamento è stereotipato e non finalizzato; dall'altro lato possiamo trovare pazienti i cui sintomi sono lievi e il grado di assistenza è minimo, la comunicazione e le interazioni sociali sono poco compromesse. Nella pratica clinica, spesso, si parla di “basso funzionamento” e “alto funzionamento” quando si fa riferimento-alla gravità della sintomatologia dei pazienti.

Il DSM 5 definisce i Disturbi dello Spettro dell'Autismo secondo due principali sintomi:

- “deficit persistenti della comunicazione sociale e dell’interazione sociale”,
- “pattern di comportamento, interessi o attività ristretti e ripetitivi”.

Per quanto riguarda la diagnosi di Disturbo dello Spettro dell’Autismo il DSM-5 propone 5 criteri:

- Criterio A: Devono essere presenti deficit persistenti della comunicazione sociale e dell’interazione sociale in molteplici contesti: Deficit nella reciprocità socio-emotiva, Deficit dei comportamenti comunicativi non verbali utilizzati per l’interazione sociale, Deficit dello sviluppo, della gestione e della comprensione delle relazioni
- Criterio B. Devono essere presenti comportamenti, attività e interessi ristretti e ripetitivi: Movimenti, uso degli oggetti o eloquio stereotipati o ripetitivi, Aderenza a routine priva di flessibilità o rituali di comportamento verbale o non verbale, Interessi molto limitati, fissi che sono anomali per intensità o profondità, Iper o ipo-reattività in risposta a stimoli sensoriali o interessi insoliti verso aspetti sensoriali dell’ambiente
- Criterio C. I sintomi devono essere presenti nel periodo precoce dello sviluppo.
- Criterio D. I sintomi causano compromissione del funzionamento in ambito sociale, lavorativo o in altre aree importanti.
- Criterio E. Le alterazioni non sono meglio spiegate da disabilità intellettiva o da ritardo globale dello sviluppo.

### ***Epidemiologia e Cause***

In Italia, si stima che 1 bambino su 77 presenti un disturbo dello spettro autistico con prevalenza maggiore nei maschi; i maschi sono 4,4 volte in più rispetto alle femmine.<sup>10</sup>

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima la prevalenza internazionale dell'ASD al 0,76%; tuttavia, ciò rappresenta circa il 16% della popolazione infantile globale.<sup>11</sup>

Secondo alcune ricerche epidemiologiche condotte negli ultimi 10 anni le diagnosi di Autismo sono in aumento in tutto il mondo, ciò è dovuto principalmente al miglioramento nella qualità e precisione degli strumenti diagnostici utilizzati dai professionisti del settore e alla maggiore consapevolezza rispetto alla patologia.



Il Disturbo dello Spettro Autistico si verifica in tutti i gruppi razziali, etnici e socioeconomici, fattori di rischio per l'ASD includono l'aumento dell'età dei genitori e la prematurità.

Questo potrebbe essere dovuto alla teoria secondo cui i gameti più anziani hanno una maggiore probabilità di portare mutazioni che potrebbero comportare complicazioni aggiuntive durante la gravidanza.<sup>8</sup>

L'ASD è un disturbo neurobiologico influenzato sia da fattori genetici sia ambientali che agiscono sullo sviluppo del cervello in via di sviluppo. La ricerca in corso continua ad approfondire la nostra comprensione dei potenziali meccanismi eziologici nell'ASD, ma al momento non è stata ancora identificata una singola causa unificante.

Gli studi neuropatologici sono limitati, ma hanno rivelato differenze nell'architettura e nella connettività del cervelletto, anomalie nel sistema limbico e alterazioni corticali nei lobi frontali e temporali, insieme ad altre sottili malformazioni.<sup>8</sup>

### ***Terapia Occupazionale e Sindrome dello Spettro Autistico***

La TO è una professione sanitaria che si concentra sulla massimizzazione delle capacità individuali di partecipare alle occupazioni quotidiane, che includono routine di cura di sé, attività di svago, compiti scolastici o lavorativi, coinvolgimento e partecipazione nei ruoli quotidiani.

La combinazione di sfide sensoriali, motorie, comunicative, sociali e comportamentali affrontate dalle persone con ASD può influenzare tutti gli aspetti delle prestazioni occupazionali e della partecipazione in tutti gli ambienti e per tutta la loro durata di vita.<sup>12,13</sup>

Raggiungere il più alto grado di autonomia nelle attività di vita quotidiana (ADL) per i pazienti affetti da sindrome dello spettro autistico è un obiettivo molto importante. L'autonomia nelle ADL è essenziale per migliorare la qualità di vita e vivere una vita il più possibile autonoma e diminuire il grado di assistenza necessario.

La TO è una professione sanitaria centrata sul cliente, i t.o. si occupano di promuovere la salute e il benessere attraverso l'occupazione. I t.o. tramite le conoscenze relative ai disturbi di: processamento sensoriale, regolazione emotiva e comportamentale, sviluppo orale, sviluppo della motricità fine e grossolana, utilizzo delle occupazioni a scopo riabilitativo e analisi della performance occupazionale possono aiutare i pazienti affetti da sindrome dello spettro autistico a raggiungere la massima autonomia e partecipazione.<sup>13</sup>

## ***CAPITOLO DUE: REALTA' VIRTUALE***

### ***Cos'è la realtà virtuale***

Il termine Realtà Virtuale (RV) venne reso popolare dal programmatore e ricercatore Jaron Lanier nel 1987 quando, tramite la sua società Virtual Programming Languages Research, presentò al pubblico il primo sistema di RV con cui era possibile sperimentare le prime esperienze immersive in un ambiente virtuale.

La “corsa” allo sviluppo di nuovi hardware e software dedicati alla RV seguì due filoni distinti: da un lato la Nasa sviluppò molti sistemi per addestrare gli astronauti e per pilotare i rover sulla luna e su Marte, dall'altro lato l'industria videoludica iniziò a sviluppare nuovi giochi da proporre al pubblico. Nei primi anni 2000 l'industria videoludica basata su RV subì un netto rallentamento rispetto agli anni 90 dovuto ai costi elevati legati sia allo sviluppo sia all'acquisto dei software. Nel 2012 la RV tornò a far parlare di sé in tutto il mondo grazie allo sviluppo di Oculus Rift, un visore da gaming che modificò radicalmente il mondo videoludico grazie al successo riscosso in tutto il mondo. Grazie a Oculus Rift nacquero molte aziende che iniziarono a sviluppare prodotti legati alla RV; come conseguenza negli anni successivi i sistemi di Realtà Virtuale divennero sempre più semplici da utilizzare e i prezzi al pubblico si abbassarono notevolmente.

Dare una definizione univoca alla RV è molto difficile poiché è una tecnologia che evolve molto rapidamente; uno spunto molto interessante per comprendere cos'è la RV viene proposto da Steven LaValle, professore dell'università di Cambridge, che dà questa definizione: “Indurre in un organismo un comportamento mirato mediante la stimolazione sensoriale artificiale, mentre l'organismo ha scarsa o nessuna consapevolezza dell'interferenza.”<sup>15</sup>

In questa definizione, proposta da LaValle, troviamo 4 punti fondamentali:

- *Comportamento mirato*: L'organismo sta vivendo un "esperienza" progettata dal creatore. Gli esempi includono volare, camminare, esplorare, guardare un film e socializzare con altri organismi.
- *Organismo*: potrebbe essere il soggetto, qualcun altro o persino un'altra forma di vita, come una mosca della frutta, un insetto, un pesce, un roditore o una scimmia.
- *Stimolazione sensoriale artificiale*: Attraverso la potenza dell'ingegneria, uno o più sensi dell'organismo vengono in parte cooptati, e i loro input ordinari vengono sostituiti o potenziati mediante stimolazione artificiale.
- *Consapevolezza*: Durante l'esperienza, l'organismo sembra non essere consapevole dell'interferenza, venendo così "ingannato" nel percepire di trovarsi in un mondo virtuale.

Questa mancanza di consapevolezza porta a un senso di presenza in un mondo alterato o alternativo, accettato come naturale.

Possiamo quindi affermare che la RV è un'interfaccia uomo-computer che, utilizzando la grafica computerizzata, genera un ambiente multidimensionale con molteplici stimoli sensoriali che permettono agli utenti di esplorare l'ambiente virtuale attraverso la percezione visiva, uditiva, tattile e talvolta anche olfattiva, creando un'esperienza interattiva e coinvolgente per l'utente. RV può essere implementata in sistemi di visualizzazione visiva montati sulla testa: in inglese Head Mounted Display (HMD), ambienti virtuali automatici: Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) o display di grandi dimensioni; questi possono essere utilizzati per creare una sensazione realistica di "presenza" all'interno di un ambiente generato al computer. <sup>16</sup>

### ***Realtà Virtuale come strumento terapeutico***

L'utilizzo della RV non si limita solo al mercato videoludico, essa viene utilizzata in vari contesti come ad esempio film, formazione, medicina e chirurgia, psicologia, marketing, riabilitazione. Negli ultimi 10 anni la RV è stata utilizzata come valido strumento in diverse aree cliniche e riabilitative come: interventi chirurgici, riabilitazione post ictus, fobie, disturbi da stress post traumatico, disturbi ossessivi compulsivi, gestione del dolore, disturbi d'ansia, depressione, paralisi cerebrale infantile, Disturbo da Deficit di attenzione/iperattività (ADHD) e Disturbo dello Spettro Autistico.

L'utilizzo della RV offre molti vantaggi in setting riabilitativi; uno dei più importanti aspetti è quello di poter fornire l'accesso ad ambienti realistici che nel mondo reale sarebbero considerati pericolosi oppure consente di ricreare virtualmente ambienti conosciuti al paziente. Un aspetto molto importante è quello riguardante la possibilità di modificare l'ambiente virtuale in base alle caratteristiche del paziente: è possibile modificare vari aspetti come la difficoltà del compito da eseguire, gli input sensoriali, la presenza di stimoli distraenti e di stimoli di rinforzo, aggiungere o rimuovere oggetti, aggiungere facilitazioni al compito o aumentare in tempo reale la difficoltà del compito. Un altro aspetto importante riguarda la possibilità di compiere azioni o attività che richiedono l'utilizzo di molti oggetti o strumenti un numero di volte maggiore rispetto alla realtà; inoltre è possibile sperimentare errori e insuccessi senza conseguenze.

Grazie a queste caratteristiche peculiari la RV consente ai terapeuti di lavorare con una vasta gamma di pazienti e allo stesso tempo consente di creare un percorso riabilitativo individualizzato per ogni paziente. <sup>16,17</sup>

## ***Realtà virtuale e Sindrome dello Spettro Autistico***

Molte ricerche dimostrano che i soggetti con ASD sono attratti dalla tecnologia e mostrano una naturale predisposizione all'apprendimento tramite computer; alcune ricerche affermano che i soggetti con ASD, con vari livelli di funzionamento, spendono la maggior parte del tempo libero utilizzando strumenti tecnologici piuttosto che giocando o svolgendo attività ricreative.<sup>18,19</sup> Questo avviene perché l'ambiente e il contesto forniti da queste esperienze sono prevedibili e strutturati, il che aiuta le persone con ASD a mantenere le loro routine e comportamenti ripetitivi senza influire sul loro livello di stress.<sup>20</sup>

Il ricercatore Mayer, tramite la sua teoria dell'apprendimento multimediale<sup>21</sup> suggerisce che il cervello umano apprende meglio e più velocemente se viene esposto a immagini e parole insieme piuttosto che alla sola esposizione a parole, seguendo questo principio la RV è il miglior mezzo per esporre le persone a stimoli verbali e visivi simultaneamente. La RV può aiutare i soggetti affetti da ASD nell'essere esposti a stimoli verbali, visivi e uditivi simultaneamente senza sovraccaricare i sistemi sensoriali e creare stress o frustrazione grazie alla possibilità di modificare gli ambienti virtuali e mediare gli stimoli coinvolti nel compito.

La sensazione di essere realmente presenti che si può sperimentare all'interno di ambienti virtuali è molto utile per favorire la generalizzazione di abilità apprese all'interno di essi per poi utilizzarle in contesti "reali".

Quindi la RV offre la possibilità di strutturare un ambiente virtuale conosciuto o semplificato per il paziente con ASD dove può sperimentare attività, compiti o esperienze con stimoli sensoriali ridotti o adattati alle sue caratteristiche senza incorrere in stress o frustrazione permettendogli di arrivare a una generalizzazione delle abilità apprese.

## ***CAPITOLO TRE: MATERIALI E METODI***

La ricerca condotta in questa tesi trae spunto dalle caratteristiche peculiari della RV esposti in precedenza e dalla predisposizione dei soggetti affetti da ASD all'uso della tecnologia. In linea teorica, seguendo quanto esposto in precedenza, la RV potrebbe essere un valido strumento per ideare degli interventi di TO per pazienti affetti da ASD; si è deciso quindi di indagare il seguente quesito: *“Sono presenti in letteratura interventi basati su realtà virtuali utili nella pratica clinica del terapeuta occupazionale per la riabilitazione di soggetti con Sindrome dello Spettro Autistico”*

### ***Ricerca bibliografica***

La ricerca è stata condotta tramite le seguenti parole chiave: *“Occupational Therapy”, “Virtual Reality”, “Autism”, “Autism Spectrum Disorder”, “Intervention”*.

Gli operatori booleani utilizzati sono: *“AND”, “OR”*

Le stringhe di ricerca utilizzate sono state:

- *(Occupational Therapy) AND (Autism) OR (Autism Spectrum Disorder) AND (Virtual Reality)*
- *(Autism) OR (ASD) OR (Autism Spectrum Disorder)) AND (Virtual Reality)) AND (Intervention) AND (Occupational Therapy)*

La ricerca è stata condotta nei seguenti database scientifici e riviste di settore:

- Database scientifici: *PubMed, ERIC, IEEEExplorer, OTSeeker, Cochraine Library*
- Riviste di settore: *The Open Journal of Occupational Therapy, American Journal of Occupational Therapy, Australian Occupational Therapy Journal, Occupational Therapy International, Journal of Occupational Therapy Education, Scandinavian Journal of Occupational Therapy, Journal of Autism and Developmental Disorder.*

Sono stati scelti dei criteri di inclusione ed esclusione per filtrare e scegliere in modo accurato le pubblicazioni scientifiche utili a rispondere in modo adeguato al quesito iniziale.

Criteri di inclusione:

- Letteratura scientifica pubblicata negli ultimi 10 anni: 01/01/2013 – 31/07/2023
- Letteratura in lingua inglese o italiana
- Campione: Soggetti con diagnosi di Spettro Autistico o Sindrome di Asperger (se diagnosticata tramite DSM-4)

- Le pubblicazioni dovevano riguardare lo sviluppo di autonomia o il miglioramento nelle ADL o di abilità specifiche
- RCT, Trial clinici, studi pilota, studi pre-post.

Criteri di esclusione:

- Letteratura scientifica pubblicata prima del 2013
- Campione che comprendeva patologie diverse da ASD come ADHD o disabilità sensoriali

L'età della popolazione di riferimento è eterogenea in quanto l'ASD è una condizione che impatta nella vita dei pazienti a tutte le età.

### ***Risultati ottenuti***

Le stringhe di ricerca utilizzate nei vari database e riviste hanno generato un totale di 179 risultati. Tramite la lettura dei titoli è stato possibile eliminare le pubblicazioni in comune tra i vari database e individuare i titoli pertinenti all'argomento trattato; sono stati individuati 38 articoli pertinenti.

Dopo aver letto gli abstract degli articoli individuati sono stati scartati 30 articoli poiché non rispettavano i criteri di inclusione.

Gli 8 articoli selezionati: 5 RCT e 3 studi pre-post sono stati analizzati tramite il Critical Review Form Quantitative Studies (LawM, Stewart D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M; McMaster University). Gli articoli riguardavano i seguenti interventi:

- Fare la spesa in autonomia: 2 RCT
- Imparare a guidare: 2 RCT
- Attraversare la strada in autonomia: 2 pre-post
- Utilizzare un autobus in autonomia: 1 pre-post
- Fare un colloquio di lavoro: 1 RCT

## ***CAPITOLO QUATTRO: ANALISI DEI RISULTATI***

Gli articoli sono stati esposti seguendo gli ambiti di intervento.

### ***Fare la spesa in autonomia***

1) *Using a Virtual Supermarket to promote independent functioning among adolescents with Autism Spectrum Disorder.* <sup>22</sup>

L'obiettivo di questo studio era quello di valutare l'efficacia di un intervento meta-cognitivo basato su RV per migliorare la capacità di fare la spesa in autonomia in un supermercato in adolescenti con ASD.

Il software di RV utilizzato è il Virtual Action Planning Supermarket (VAP-S), è un software utilizzato tramite mouse, tastiera e schermo. Questo software è riconosciuto e utilizzato per la sua validità nella valutazione, nell'intervento e nell'addestramento di persone con diverse patologie.

Il VAP-S simula un supermercato di medie dimensioni completamente texturizzato, con una vasta gamma di prodotti e quattro postazioni di pagamento; l'utente deve svolgere una attività simile a quella che si svolge in un supermercato normale, cioè, selezionare dei prodotti in base a una lista che compare sul monitor del computer, effettuare il pagamento alla cassa e uscire dal supermercato.

Il software registra automaticamente le posizioni degli utenti per fornire una panoramica della traiettoria e dei punti in cui si ferma ogni utente durante il compito.

Le azioni sono considerate errate se l'utente sceglie un prodotto che non è nella lista, sceglie lo stesso prodotto due volte, sceglie una postazione di pagamento vuota e senza personale, lascia il supermercato senza acquistare nulla o senza pagare o rimane nel supermercato dopo il pagamento.

In questo studio sono stati reclutati 56 adolescenti con ASD, divisi in modo randomico in gruppo sperimentale e gruppo di controllo, l'età variava dagli 11 ai 19 anni, il gruppo sperimentale era composto da 33 partecipanti, 29 maschi e 4 femmine, mentre il gruppo di controllo era composto da 23 partecipanti, 17 maschi e 6 femmine. Tutti i soggetti hanno partecipato a due incontri di valutazione in un supermercato reale prima dell'inizio dello studio e alla fine dello studio.

Per valutare l'efficacia del programma di intervento gli strumenti di valutazione utilizzati sono stati:

- *WebNeuro software.*

Il WebNeuro valuta le funzioni cognitive ed emotive di bambini e adulti. Si basa su diverse parti di test neuropsicologici standardizzati ed è ampiamente utilizzato in tutto il mondo. Il WebNeuro comprende 12 sub-test che forniscono un punteggio per i seguenti sei indici cognitivi e metacognitivi: memoria, attenzione, sensori-motorio, verbale, funzioni esecutive e riconoscimento emotivo.

- *Behavior Rating Inventory of Executive Function – self reported version (BRIEF-SR).*

Il BRIEF\_SR è un questionario auto valutativo progettato per adolescenti di età compresa tra 11 e 18 anni, finalizzato alla valutazione delle funzioni esecutive nel contesto di vita quotidiano. Il test comprende 80 item suddivisi in due indici principali, l'indice di regolazione comportamentale e l'indice metacognitivo.

- *Test of Grocery Shopping Skills (TOGSS).*

Il TOGSS è una valutazione ecologica della performance che misura le abilità dell'utente di fare acquisti. È stato sviluppato principalmente per valutare individui con gravi disturbi mentali ed è ideale anche per valutare altre popolazioni con disabilità cognitive, come persone con lesioni cerebrali, ictus, demenza o disturbi dello sviluppo. Questo strumento consente di ottenere una valutazione del funzionamento del paziente; gli indici principali che si possono ottenere sono: accuratezza, cioè, individuare l'item corretto, efficienza, cioè, completare il compito nel minor tempo possibile o nel tempo indicato, utilizzo di strategie.

Nella valutazione pre-intervento e post-intervento i partecipanti sono stati valutati tramite il software WebNeuro, hanno completato il questionario BRIEF-SR e sono stati valutati tramite TOGSS in un supermercato reale ritenuto idoneo. Tutti i valutatori erano all'oscuro degli obiettivi dello studio.

La fase di intervento era composta da 8 sessioni, la prima sessione prevedeva una presentazione del programma di intervento e un primo approccio al VAP-S. Dalla seconda fino alla sesta sessione il gruppo sperimentale ha studiato varie strategie meta-cognitive per fare la spesa e in seguito le ha utilizzate tramite il VAP-S. Nelle ultime due sessioni veniva chiesto al gruppo sperimentale di creare una lista della spesa e di utilizzare le strategie apprese per portare a termine una spesa completa in autonomia. Il gruppo di controllo dopo aver effettuato le valutazioni pre-intervento ha seguito un normale percorso educativo/terapeutico per imparare a fare la spesa in autonomia; al termine di questo percorso il gruppo di controllo ha effettuato le valutazioni post-intervento.

Tutta l'elaborazione statistica è stata eseguita utilizzando il software SPSS, versione 19. Nella prima fase dello studio, sono state utilizzate statistiche descrittive per il calcolo degli intervalli, delle medie e delle deviazioni standard. Per misurare l'efficacia dell'intervento, sono state esaminate le differenze tra gli indici di valutazione pre e post trattamento e le differenze tra i gruppi mediante t-test e test ANOVA.

Tramite l'analisi dei dati i ricercatori hanno rilevato che il gruppo sperimentale ha mostrato un miglioramento significativo rispetto al gruppo di controllo in diversi indici.

Comparando i risultati ottenuti dai due gruppi tramite il test WebNeuro si evidenzia un significativo miglioramento del gruppo sperimentale nell'indice "sensorio-motorio" rispetto al gruppo di controllo ( $F(1,47) = 4,48$ ,  $P < 0,05$ ,  $\eta^2p = 0,09$ ); nel gruppo sperimentale si evidenzia un significativo



miglioramento nell'indice "attenzione" ( $t = -3,39, P < 0,01$ ) e nell'indice delle "funzioni esecutive" ( $t = -3,44, P < 0,01$ ).

I ricercatori per valutare i miglioramenti nella performance del compito hanno condotto una analisi ANOVA a misure ripetute per determinare se il gruppo di intervento avesse ottenuto risultati significativamente diversi rispetto al gruppo di controllo utilizzando i dati del test TOGSS pre e post intervento; tramite i dati analizzati hanno rilevato che il gruppo sperimentale ha mostrato miglioramenti statisticamente significativi negli indici di accuratezza ( $F(1,54)=14,23, p<0,001$ ) e un miglioramento statisticamente significativo nell'uso di strategie ( $F(1,53)=4.55, p<0.05$ ).

Negli indici di efficienza, non sono state riscontrate differenze significative fra i due gruppi; tuttavia, sono stati rilevati miglioramenti per entrambi i gruppi in questi indici.

Nel questionario BRIEF-SR, non sono state osservate differenze significative dopo l'intervento, tuttavia, sembra che ciò sia dovuto alle caratteristiche della valutazione, che dipendono dalla capacità di consapevolezza degli adolescenti e dal tempo necessario per i cambiamenti essenziali nella percezione di sé.

In generale, i risultati indicano che il programma di intervento metacognitivo è stato efficace nel migliorare le abilità di shopping e la cognizione dei partecipanti.

## *2) Daily Living Skills Training in Virtual Reality to Help Children with Autism Spectrum Disorder in a Real Shopping Scenario.*<sup>23</sup>

L'obiettivo di questo studio era quello di indagare la fattibilità ed efficacia della RV applicata al miglioramento delle abilità nelle attività di vita quotidiana in soggetti con diagnosi di ASD; nello specifico i ricercatori volevano aiutare i soggetti a sviluppare le abilità necessarie per fare la spesa in modo indipendente in un supermercato.

Per condurre questo studio i ricercatori hanno assemblato un computer ad-hoc, il software di RV utilizzati erano Autodesk Maya e Unity. I ricercatori hanno utilizzato il visore di RV HTC Vive per eseguire l'ambiente virtuale.

L'ambiente virtuale è stato progettato e implementato per assomigliare il più possibile a un supermercato locale dove sono state condotte le valutazioni iniziali e finali; il supermercato era ubicato vicino alla scuola frequentata dai partecipanti. I partecipanti potevano muoversi in una versione virtuale 1:1 del supermercato.

Il layout del negozio è stato ricostruito creando modelli 3D degli scaffali, dei cartelli e delle insegne del supermercato. Tutti i reparti sono stati ricostruiti con modelli personalizzati specifici del supermercato originale.

Un totale di 32 prodotti presenti nel supermercato è stato modellato, texturizzato e collocato sugli scaffali. Le texture per i prodotti virtuali sono state create utilizzando fotografie dei prodotti reali.

In questo studio sono stati reclutati 9 soggetti con diagnosi di ASD, 8 maschi e 1 femmina, con età dai 12 ai 15 anni; tutti i partecipanti erano studenti della scuola Valhøj School di Copenhagen.

È stato progettato uno studio tra gruppi con gli studenti divisi in un gruppo sperimentale e un gruppo di controllo; i partecipanti sono stati divisi in modo randomico: al gruppo sperimentale sono stati assegnati 4 studenti mentre al gruppo di controllo 5.

L'intervento è stato condotto in un arco temporale di 10 giorni, i partecipanti al gruppo sperimentale hanno partecipato a 1 sessione al giorno per 7 giorni mentre i partecipanti al gruppo di controllo non hanno ricevuto alcun tipo di trattamento. I ricercatori hanno condotto una valutazione iniziale pre-intervento e una valutazione post-intervento in un supermercato reale. Hanno creato 9 liste della spesa diverse che sono state fornite in modo randomico ai partecipanti; è stato chiesto ai partecipanti di fare la spesa comprando gli alimenti indicati nella lista della spesa. Al fine di valutare l'efficienza e l'efficacia degli acquisti dei partecipanti, sono stati registrati l'orario di inizio e fine della spesa per ciascun individuo. Inoltre, è stato chiesto di fotografare i carrelli con i prodotti e le liste della spesa visibili al fine di raccogliere dati sul numero di prodotti corretti acquistati da ciascun individuo sia nella valutazione pre-intervento sia nella valutazione post-intervento.

Ai partecipanti di ogni gruppo è stato somministrato un questionario dopo la valutazione iniziale e post-trattamento nel supermercato reale. Lo scopo del questionario era misurare il livello di fiducia auto-dichiarato dei partecipanti e un livello di fiducia ipotetico se dovessero fare la spesa da soli il giorno successivo. Inoltre, il questionario è stato utilizzato per valutare quanto fosse facile fare la spesa nel supermercato reale.

Il training in RV è stato condotto da un insegnante presso la scuola di Valhøj a Copenhagen. Il gruppo sperimentale si è allenato con il software di RV ogni giorno tra la valutazione iniziale e quella finale. Il training consisteva nel far entrare i partecipanti nel supermercato virtuale e individuare e posizionare 4 articoli dalla loro lista della spesa virtuale nel loro carrello virtuale. La lista della spesa cambiava ogni giorno. Durante le sessioni di RV, il sistema registrava i seguenti dati:

- Prodotto toccato
- Suggerimento richiesto
- Prodotto inserito nel carrello
- Prodotto afferrato
- Prodotto rilasciato
- Tempo totale trascorso

Dopo ogni sessione, ai partecipanti veniva chiesto di compilare dei questionari mirati a valutare il loro comfort durante l'esperienza, la fiducia in se stessi se avessero dovuto andare da soli al supermercato il giorno successivo, nonché la facilità d'uso e la soddisfazione rispetto all'esperienza in RV.

L'obiettivo di questo studio era quello di investigare se le competenze sviluppate in un Ambiente Virtuale potessero essere trasferite nel mondo reale.

I ricercatori hanno utilizzato tre metodi distinti per valutare le performance pre- e post-intervento:

- Tempo e tasso di completamento dei compiti.

Il tempo di completamento del compito descrive l'ammontare esatto di tempo impiegato dai partecipanti per fare la spesa nel supermercato; l'efficacia riguarda la percentuale di completamento del compito, cioè quanto i partecipanti riuscivano a completare il compito assegnato.

- Questionari basati su scala Likert.

I questionari riguardavano principalmente il livello di fiducia in se stessi riguardo il compito (Likert 0-5)

- Osservazioni.

Veniva osservato il numero di volte in cui i partecipanti hanno chiesto aiuto durante le valutazioni pre- e post-intervento

Per quanto riguarda il tempo di completamento del compito il gruppo sperimentale era più lento di 11 secondi rispetto al gruppo di controllo nella valutazione iniziale mentre nella valutazione post-trattamento il gruppo sperimentale era più veloce di 52 secondi rispetto al gruppo di controllo.

Per quanto riguarda il tasso di completamento dei compiti, i risultati indicano che il gruppo sperimentale ha ottenuto il punteggio 100% sia durante le valutazioni iniziali che in quelle post-trattamento, quindi, riuscivano a completare tutto il compito assegnato. Al contrario, il tasso di completamento del compito del gruppo di controllo è diminuito dal 97% nella valutazione iniziale al 91% nella valutazione finale.

Nella valutazione pre-trattamento i partecipanti a entrambi i gruppi hanno chiesto aiuto per completare i compiti assegnati; nella valutazione post-trattamento i partecipanti a entrambi i gruppi non hanno chiesto aiuto per completare i compiti assegnati.

I risultati ottenuti tramite i questionari indicano che il punteggio medio di fiducia in se stessi del gruppo di controllo è aumentato da 4,75 nella valutazione iniziale a 5 nella valutazione post-trattamento, mentre la loro fiducia in se stessi se avessero dovuto fare la spesa in autonomia il giorno dopo non è cambiata. Il punteggio medio di fiducia del gruppo di trattamento è diminuito da 4,5 nella valutazione iniziale a 4,25 nella valutazione post-trattamento, mentre il loro punteggio medio di fiducia in se stessi se dovessero fare la spesa il giorno dopo in autonomia è aumentato da 3,5 a 3,75.

La percezione media del gruppo di controllo su quanto fosse facile fare acquisti nel supermercato reale è aumentata da 4,25 a 5 tra le valutazioni, mentre il gruppo di trattamento ha visto un aumento da 4,25 a 4,5.

Dopo aver analizzato i dati ottenuti tramite una analisi difference-in-differenze (DiD), un metodo statistico utilizzato nell'analisi comparativa per valutare l'impatto di un trattamento che confronta le differenze tra due gruppi in termini di cambiamenti nel tempo, i ricercatori affermano che il gruppo sperimentale ha ottenuto risultati migliori rispetto ai risultati ottenuti dal gruppo di controllo ( $p=0.05$ ). I ricercatori sono molto cauti nell'affermare che questo risultato possa essere generalizzato poiché il campione analizzato è limitato; tuttavia, lo studio indica alcuni effetti positivi di una simulazione RV basata su display montati sulla testa per addestrare le abilità di vita quotidiana in individui con diagnosi di ASD. Tuttavia, sono necessarie ulteriori ricerche per misurare gli effetti a lungo termine di tale intervento.

In conclusione, lo studio suggerisce che il trattamento basato su RV potrebbe essere efficace nel migliorare le abilità di acquisto di individui con ASD e che il trasferimento di tali abilità al mondo reale è possibile, sebbene siano necessarie ulteriori ricerche per comprendere appieno questo processo.

### ***Imparare a guidare***

*3) Can Youth with Autism Spectrum Disorder Use Virtual Reality Driving Simulation Training to Evaluate and Improve Driving Performance? An Exploratory Study.* <sup>24</sup>

Guidare un veicolo svolge un ruolo importante per sviluppare una buona indipendenza. Per individui con e senza ASD, ottenere la patente di guida è associato a un aumento della partecipazione a programmi accademici e all'ottenimento di un lavoro retribuito. Gli individui con ASD sono meno propensi ad attivarsi spontaneamente rispetto ai loro coetanei per ottenere la patente di guida. Se riescono a ottenerla, lo fanno significativamente più tardi. Le difficoltà nell'apprendere le abilità per guidare potrebbero essere causate dalle caratteristiche patologiche associate all'ASD. Ad esempio, le difficoltà nelle funzioni esecutive che si riflettono in un limitato automonitoraggio, flessibilità mentale e abilità di pianificazione potrebbero rendere la guida stressante e pericolosa. Sviluppare programmi di addestramento alla guida efficaci è fondamentale per migliorare i risultati funzionali e promuovere l'indipendenza degli adolescenti e dei giovani adulti con ASD.

L'utilizzo di simulatori di guida in RV per insegnare a soggetti con ASD a guidare consente di creare un ambiente sicuro, controllato e individualizzato che può favorire la generalizzazione delle abilità apprese.

L'obiettivo di questo studio è di valutare se l'addestramento alla guida tramite simulatori di guida in RV: Virtual Reality Driving Simulator Training (VRDST), migliora le abilità di guida delle persone con ASD.

I ricercatori hanno creato 4 ipotesi principali da esaminare:

1. I conducenti principianti con ASD hanno prestazioni inferiori nelle abilità di guida generali e nella memoria di lavoro rispetto ai conducenti esperti.
2. Il VRDST porterà un miglioramento delle performance generali di guida su un simulatore di guida virtuale
3. Il VRDST incentrato sulle funzioni esecutive per la guida migliorerà le abilità di guida
4. Il VRDST può essere migliorato aggiungendo feedback automatizzati non umani e/o feedback basato sul tracciamento oculare

In questo studio il campione sperimentale era costituito da 51 soggetti con ASD suddivisi in modo casuale in quattro gruppi diversi. Ogni gruppo ha seguito un percorso di addestramento alla guida diverso per 3 mesi: Routine Training (RT), Standard VRDST, Automated VRDST, Eye-Tracking VRDST.

I criteri di inclusione erano:

- Diagnosi di ASD
- I risultati ottenuti nei questionari: SRS-2, BRIEF, BASC-2 compilati dai genitori erano superiori di 1,5 deviazioni standard rispetto alla media normativa per ogni questionario.
- Avere un permesso valido per imparare a guidare
- Età compresa tra 15,5 e 25 anni
- Essere in grado di utilizzare il simulatore di guida senza provare il mal d'auto
- In grado di partecipare a minimo 12 sessioni fino a un massimo di 14 sessioni in un periodo di 3 mesi
- Un genitore o un caregiver disposto a fornire un addestramento alla guida in auto a casa

5 partecipanti hanno abbandonato lo studio a causa di problemi familiari o a causa di impossibilità a partecipare a tutte le sessioni; 1 partecipante ha abbandonato lo studio a causa di mal d'auto.

Il gruppo di controllo era costituito da 333 soggetti con esperienza di guida con età compresa tra i 25 e i 75 anni; tutti i partecipanti al gruppo di controllo hanno utilizzato il VRDS per una sessione di 60 minuti.

I soggetti con ASD sono stati confrontati con questo gruppo anziché con un gruppo di conducenti alle prime armi neurotipici per diverse ragioni. È molto difficile abbinare per età i conducenti principianti con ASD ai conducenti principianti neurotipici poiché il gruppo con ASD è generalmente più anziano

rispetto ai conducenti principianti neurotipici. I conducenti principianti neurotipici rappresentano un gruppo ad alto rischio (per incidenti o infrazioni) ed è preferibile che i conducenti novizi con ASD non siano confrontati con un gruppo ad alto rischio.

Durante la fase di reclutamento i genitori dei partecipanti hanno compilato dei questionari demografici: SRS-2, BRIEF, BASC-2. I partecipanti hanno eseguito una sessione di valutazione tramite VRDS per ottenere una valutazione pre-intervento riguardante le funzioni esecutive e le abilità di guida.

In questo studio i ricercatori hanno utilizzato il sistema di guida Driver Guidance System (DGS-78), disponibile nel mercato pubblico; esso è costituito da una cabina di pilotaggio realistica fornita di tutte le componenti interne di un'auto, inoltre è fornita di schermi che simulano gli specchietti retrovisori laterali e posteriori. L'ambiente virtuale viene proiettato su uno schermo curvo da 2,44 metri di diametro e 210° di curvatura.

Questo sistema di guida è in grado di raccogliere dati riguardanti funzioni esecutive specifiche e abilità di guida specifiche.

Per quanto riguarda le funzioni esecutive il sistema è in grado di rilevare dati per le seguenti funzioni:

- Dual tasking: esecuzione simultanea di più compiti
- Inibizione della risposta: capacità di sopprimere o bloccare l'elaborazione o l'espressione di informazioni o azioni che potrebbero interferire con il raggiungimento di un obiettivo cognitivo o comportamentale. Es: la capacità di evitare di rispondere a distrazioni durante la guida.
- Memoria di lavoro: sistema cognitivo che ci consente di memorizzare temporaneamente informazioni, ripeterle, aggiornarle e manipolarle mentalmente per guidare il nostro comportamento. Ad esempio, ricordare le istruzioni stradali mentre si guida.

Le abilità di guida che il sistema è in grado di rilevare e analizzare sono divise in 4 categorie che a loro volta comprendono delle variabili:

1. Frenare: Collisioni, Urti, Non fermarsi allo stop
2. Velocità: Seguire un veicolo a distanza molto ravvicinata, Frenata regolare e non brusca, Eccesso di velocità, Variabilità della velocità
3. Sterzare: Fuori strada, Svolte o curve errate, Tornare sulla strada dopo essere usciti dalla carreggiata, Attraversamento della linea di mezzzeria, Movimenti a zig-zag del veicolo
4. Giudizio: Numero di cambi di corsia, Guida eccessivamente lenta.

Dopo aver suddiviso i partecipanti al gruppo sperimentale in 4 sottogruppi: Routine Training (RT), Standard VRDST, Automated VRDST, Eye-Tracking VRDST, i ricercatori hanno condotto la fase di intervento dove hanno addestrato alla guida i partecipanti.

I partecipanti assegnati al gruppo Routine Training (RT) dovevano seguire le linee guida fornite dallo stato per imparare a guidare tramite il manuale apposito con l'aiuto di familiari o caregivers. Insieme al manuale è stato fornito a ogni partecipante un foglio di monitoraggio per documentare le sessioni di guida su strada.

I partecipanti assegnati al gruppo Standard VRDST hanno partecipato a minimo 8 sessioni fino massimo 12 sessioni di 60 minuti l'una. Questo addestramento alla guida era suddiviso in 10 moduli che si ripetono in ogni sessione, se un partecipante avesse completato un modulo sarebbe potuto accedere al modulo successivo. Durante ciascuna sessione, l'istruttore si sedeva prima "seduto al volante" per dimostrare il compito al partecipante, e successivamente monitorava le prestazioni del partecipante fornendo un feedback verbale positivo continuo; ogni istruttore aveva a disposizione un manuale da seguire strutturato appositamente per questo studio.

I moduli sono i seguenti:

- Revisione della valutazione pre-assessment, identificazione dei deficit.
- Mantenimento della posizione nella corsia su strade dritte, strade curve e curve.
- Frenata, arresto e mantenimento della velocità.
- Perfezionamento del mantenimento della posizione nella corsia e della velocità con test delle funzioni esecutive.
- Prima generalizzazione delle abilità su un percorso rurale ed urbano senza traffico.
- Uso degli specchietti e dei segnali di svolta.
- Rilevamento dei pericoli.
- Multitasking.
- Navigazione nel traffico.
- Seconda generalizzazione delle abilità su un percorso rurale ed urbano con traffico.

I partecipanti al gruppo Automated VRDST hanno seguito lo stesso addestramento dei partecipanti al gruppo Standard VRDST. La differenza tra i due metodi di addestramento riguarda la presenza di feedback verbali forniti dal computer nel metodo Automated rispetto al metodo Standard.

Il metodo di addestramento denominato Eye-Tracking VRDST si basa su l'integrazione di un sistema di tracciamento oculare (Mobile Eye XG,) nel VRDST. In questo metodo di addestramento veniva presentato un video dimostrativo delle azioni da compiere in ogni modulo; in seguito, veniva fatto indossare al partecipante un paio di occhiali in grado di registrare i movimenti degli occhi. Al termine di ogni sessione i ricercatori e i partecipanti revisionavano le performance insieme. Questo era molto utile, ad esempio, per capire se un partecipante non aveva rispettato lo stop perché non aveva visto il segnale o perché lo aveva visto, ma non lo aveva rispettato.

Dopo aver completato la fase di intervento e aver eseguito una valutazione post-intervento i ricercatori hanno risposto alle 4 ipotesi iniziali comparando i dati ottenuti.

1. I conducenti alle prime armi con ASD hanno prestazioni inferiori nelle abilità di guida generali e nella memoria di lavoro rispetto ai conducenti esperti.

Per rispondere a questa ipotesi i ricercatori hanno calcolato i punteggi z per le funzioni esecutive e le abilità di guida dei gruppi sperimentali e del gruppo di controllo; questi punteggi z sono stati sommati per ottenere dei punteggi compositi. I punteggi compositi sono stati analizzati tramite il t-test per testare l'ipotesi iniziale. Oltre a queste analisi sui dati i ricercatori hanno condotto delle analisi esplorative sulle singole prestazioni dei soggetti con ASD per capire in cosa differissero rispetto alla norma.

In linea con l'ipotesi, i conducenti con ASD hanno ottenuto risultati peggiori rispetto ai conducenti del gruppo di controllo in termini di punteggio composito per le abilità di guida ( $t=-4.54$ ,  $p<0.001$ ) e punteggio composito per le funzioni esecutive ( $t=-2.85$ ,  $p<0.01$ ). Le analisi esplorative hanno indicato che, in termini di abilità di guida, i conducenti con ASD hanno ottenuto risultati peggiori su quasi tutte le abilità di guida individuali.

2. Il VRDST porterà un miglioramento delle performance generali di guida

Per valutare gli effetti del VRDST sulle performance generali di guida i ricercatori hanno trasformato i punteggi ottenuti dai gruppi sperimentali nelle valutazioni pre e post-intervento in punteggi z; questi punteggi z sono stati trasformati in punteggi compositi. Utilizzando i punteggi compositi, è stata condotta una analisi ANOVA 1x4 per determinare le differenze tra i gruppi sperimentali (RT, Standard, Automated, Eye-Tracking) nella valutazione pre-intervento e post-intervento. Il punteggio composito delle performance generali è migliorato in modo differenziale tra i gruppi ( $F = 5.70$ ,  $p < 0.010$ ), è stata rilevata una covarianza significativa ( $F = 54.83$ ,  $p < 0.001$ ,  $\beta = 0.50$ ) che indica che una migliore performance iniziale era associata a una migliore performance nella post-valutazione.

In termini di prestazioni complessive, il VRDST Standard e il VRDST Automatizzato si sono dimostrati superiori all'RT, principalmente a causa di una migliore gestione del volante (minore attraversamento della linea mediana e zig-zag) e del controllo della velocità (minore attaccamento al veicolo davanti, eccesso di velocità e guida spericolata).

3. Il VRDST incentrato sulle funzioni esecutive rilevanti per la guida migliorerà queste funzioni



I ricercatori hanno applicato lo stesso metodo di analisi utilizzato nell'ipotesi 2 per analizzare i dati relativi a questa ipotesi.

I dati ottenuti hanno dimostrato che il VRDST non era associato a un miglioramento delle funzioni esecutive rispetto all'RT ( $F=1.04$ ,  $p=0.36$ ).

I dati ottenuti, come nell'ipotesi 2, mostrano una covarianza significativa ( $F=17.13$ ,  $p<0.01$ ,  $\beta=0.50$ ) che indica che una migliore performance iniziale era associata a una migliore performance nella post-valutazione.

#### 4. Il VRDST può essere migliorato aggiungendo feedback automatizzati non umani e/o feedback basati sul tracciamento oculare

Tramite l'analisi dei dati non sono state rilevate differenze significative tra i tre gruppi di addestramento con simulazione di guida in realtà virtuale (VRDST), suggerendo che tutti e tre i tipi di VRDST non hanno mostrato differenze sostanziali nelle prestazioni.

Il VRDST Standard e il VRDST Automatizzato hanno migliorato le performance di guida rispetto all'RT, il che suggerisce che il VRDST può migliorare le abilità di guida di base. Il VRDST con Eye-Tracking non ha migliorato significativamente le performance di guida rispetto all'RT, a differenza di VRDST Standard e Automatizzato. Tramite le analisi dei dati i ricercatori hanno rilevato che i soggetti che hanno inizialmente ottenuto buoni risultati hanno ottenuto prestazioni migliori dopo l'addestramento. Questo suggerisce che una prestazione iniziale molto scarsa potrebbe identificare un candidato alla guida che potrebbe non migliorare significativamente nel breve termine.

Per concludere, questo studio iniziale sull'addestramento tramite RV, ha dimostrato la fattibilità del VRDST per i conducenti alle prime armi con ASD e ha individuato aree di ricerca future. Il VRDST offre una promettente opportunità per aiutare le persone con ASD a migliorare le performance di guida, ma ulteriori ricerche devono concentrarsi su come meglio generalizzare le abilità acquisite tramite il VRDST, alla guida nel mondo reale.

#### 4) *A Gaze-Contingent Adaptive Virtual Reality Driving Environment for Intervention in Individuals with Autism Spectrum Disorders*<sup>25</sup>

In questo studio i ricercatori hanno utilizzato un simulatore di guida in RV in grado di analizzare lo sguardo dei partecipanti in tempo reale (cioè, dove gli occhi del guidatore stanno guardando) per adattare l'ambiente di guida. L'obiettivo di questo studio era di fornire un metodo di addestramento alla guida che fosse personalizzato e adattato alle esigenze individuali dei partecipanti migliorando l'efficacia dell'addestramento alla guida.

I ricercatori hanno creato un sistema di realtà virtuale adattivo chiamato VADIA (VR Adaptive Driving Intervention Architecture), hanno selezionato Unity3D come piattaforma per utilizzare il sistema di RV.

Il VADIA è composto da vari moduli che interagiscono tra di loro, il modulo centrale è il modulo di guida in realtà virtuale (VDM); il VDM è composto sia da software di simulazione di guida VR sia da un'interfaccia hardware di guida (schermo, volante, pedali) che consentono agli utenti di svolgere compiti di guida in un ambiente controllato.

I moduli secondari sono: il modulo di acquisizione dei dati dello sguardo (GDM), il modulo di acquisizione dei dati fisiologici (PDM), il modulo di acquisizione dei dati dell'elettroencefalogramma (EDM), il modulo di valutazione basato sull'osservazione (OAM).

VADIA può essere configurato per funzionare con varie combinazioni di moduli a seconda degli obiettivi dell'intervento; inoltre, alcuni moduli possono essere disattivati se necessario senza influenzare il funzionamento generale di VADIA.

Il simulatore è stato progettato in modo che gli utenti potessero svolgere diversi compiti di guida e che i parametri dei compiti, come complessità, difficoltà e durata, potessero essere controllati e analizzati. I ricercatori hanno implementato un sistema di navigazione integrato che aiutava i partecipanti a raggiungere le destinazioni.

Gli scenari di guida utilizzati per valutare le prestazioni dei conducenti venivano chiamati "prove". Sono state definite quattro categorie di prove:

- curve: il partecipante effettuava una svolta a sinistra o a destra in un incrocio
- immettersi nel traffico: i conducenti superavano un altro veicolo o entravano/uscivano da un'autostrada
- mantenimento della velocità: i conducenti dovevano modificare la loro velocità per conformarsi all'ambiente in continua evoluzione
- leggi: scenari di guida, come l'attesa per lo scarico di un autobus scolastico e l'arresto a segnali di stop, che richiedono ai conducenti di conoscere leggi stradali specifiche.

I ricercatori hanno unito 8 prove diverse per creare un "compito", i "compiti" a loro volta sono stati uniti a gruppi di 3 per creare i "livelli". In tutto sono stati creati 6 livelli (18 compiti, 144 prove) con livello di difficoltà crescente da livello 1 a livello 6.

Sono stati definiti due distinti modalità di funzionamento per VADIA: una modalità basata sulle performance e una modalità basata sullo sguardo, di seguito indicate come modalità PB (Performance Based) e modalità GC (Gaze Control). La modalità PB richiede agli utenti di svolgere compiti di guida in cui la progressione dipende interamente dalle loro performance all'interno dell'ambiente

virtuale. La modalità GC impone adeguate performance di guida come nella modalità PB, ma con l'aggiunta della richiesta di porre attenzione a determinati stimoli visivi forniti tramite VADIA.

Il sistema VADIA forniva due tipi di feedback: un feedback positivo se i partecipanti completavano correttamente tutte le prove; invece, se i partecipanti commettevano errori il sistema VADIA forniva un messaggio scritto e orale che indicava ai partecipanti l'errore commesso e come correggerlo.

I ricercatori hanno reclutato venti adolescenti di età compresa tra 13 e 18 anni (Media = 15,29, Deviazione Standard = 1,65), con diagnosi di ASD. I partecipanti sono stati assegnati in modo randomico al gruppo PB e GC, 10 per ogni gruppo.

I ricercatori hanno strutturato 6 sessioni da 75 minuti in giorni diversi; la prima e l'ultima di queste sessioni consistevano in una valutazione pre-intervento e una valutazione post-intervento. La valutazione pre-test e la valutazione post-test erano identiche per quanto riguarda il compito e sono servite come base di confronto per i risultati delle performance.

I risultati delle valutazioni pre-test e del post-test sono stati analizzati utilizzando il test Wilcoxon. Inoltre, i ricercatori hanno deciso di utilizzare il valore di Cohen d per quantificare la differenza tra le due medie e capire quanto l'effetto fosse significativo. I criteri di significatività per il valore di Cohen d sono i seguenti:  $d \geq 0,8$  rappresenta un effetto grande,  $d \geq 0,5$  un effetto medio e  $d \geq 0,2$  un effetto piccolo.

I ricercatori hanno analizzato la durata delle prove completate dai partecipanti e il numero di errori commessi in ogni prova.

Il test di Wilcoxon ha indicato che, per i soggetti nel gruppo PB, la durata media delle prove era significativamente più lunga durante il pre-intervento (Media = 43,81 secondi) rispetto al post-intervento (Media = 23,62 secondi), ciò indica un miglioramento statisticamente significativo,  $Z = 3,26$ ,  $p < 0,01$ ,  $d = 0,82$ . Inoltre, il gruppo PB ha mostrato una significativa diminuzione del numero di fallimenti nelle prove dalla valutazione pre-intervento (Media = 7) rispetto alla valutazione post-intervento (Media = 3) con un effetto statisticamente significativo,  $Z = 2,37$ ,  $p < 0,05$ ,  $d = 1,43$ .

Anche i soggetti del gruppo GC hanno dimostrato una significativa diminuzione della durata media delle prove dal pre-intervento (Media = 36,05 secondi) al post-intervento (Media = 28,82 secondi),  $Z = 2,42$ ,  $p < 0,05$ ,  $d = 0,48$ . I soggetti del gruppo GC hanno inoltre mostrato una significativa diminuzione del numero totale di fallimenti nelle prove dalla valutazione pre-intervento (Mediana = 11) al post-intervento (Mediana = 6) con un effetto grande,  $Z = 2,37$ ,  $p < 0,05$ ,  $d = 1,12$ .

Entrambi i gruppi PB e GC hanno dimostrato miglioramenti statisticamente significativi nelle performance di guida grazie all'addestramento tramite VADIA. In entrambi i gruppi, il tempo impiegato per completare le prove è diminuito e il numero di errori di guida che hanno portato al fallimento delle prove è diminuito dal pre-intervento al post-intervento. I risultati ottenuti mostrano

che l'utilizzo di simulatori di guida in RV sono utili per addestrare alla guida i soggetti con ASD tuttavia resta da dimostrare se questi miglioramenti nell'ambiente virtuale vengono trasferiti positivamente nel mondo reale.

### ***Attraversare la strada in autonomia***

#### *5) Natural interfaces and virtual environments for the acquisition of street crossing and path following skills in adults with Autism Spectrum Disorders: a feasibility study.*<sup>26</sup>

In questo studio i ricercatori hanno esaminato se un approccio basato su ambienti virtuali e interfacce naturali fosse efficace nell'insegnare a soggetti adulti con ASD le competenze necessarie per attraversare la strada, ovvero rispettare i segnali stradali, rispettare i semafori.

La capacità di attraversare una strada in modo sicuro e autonomo è cruciale per la protezione di se stessi e degli altri ed è essenziale per l'autonomia personale. Attraversare la strada rappresenta uno dei pericoli più diffusi per bambini, adolescenti e anziani, sia con che senza disabilità. Le persone con deficit cognitivi o motori sono particolarmente a rischio e spesso necessitano di assistenza quando camminano in ambienti esterni.

I ricercatori hanno reclutato 7 partecipanti con ASD, età dai 19 ai 44 anni, tutti maschi.

I criteri di esclusione erano i seguenti: (1) presenza di sintomi motori che potrebbero influenzare la trasposizione dei movimenti in comandi di interazione nell'ambiente di RV; (2) grave ipovisione (acuità visiva, con lenti correttive, inferiore a 1/10); (3) incapacità di discriminare i colori dei semafori e di comprendere i segnali stradali; (4) condotta aggressiva.

Il livello iniziale di capacità di attraversare la strada era simile per tutti i partecipanti; i genitori hanno tutti riferito di non fidarsi a lasciarli uscire da soli, i soggetti avevano il permesso di uscire solo se accompagnati da un caregiver.

Per ciascun soggetto, un neuropsicologo esperto ha valutato la gravità della malattia in base ai criteri stabiliti dal manuale DSM-V e il quoziente intellettivo (QI) attraverso la Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R), adattata per l'Italia.

L'apparecchiatura sperimentale era composta da un videoproiettore che proiettava un ambiente di realtà virtuale su uno schermo di 2 metri per 2 metri. I partecipanti dovevano stare in piedi di fronte allo schermo, a una distanza di circa 2 metri.

Lo schermo mostrava in modo continuo un ambiente cittadino realistico, comprensivo di edifici, marciapiedi, strade e piazze.

Il rendering era basato su una prospettiva in prima persona. L'ambiente di RV era basato sulla piattaforma di realtà virtuale open-source NeuroVR 2.0 che fornisce una "città" virtuale sulla quale è

possibile applicare delle modifiche. All'ambiente "città" standard, fornito da NeuroVR, i ricercatori hanno aggiunto semafori, attraversamenti pedonali, segnali stradali e una serie di elementi di distrazione (ad esempio, auto, altre persone e cani). Tutti gli oggetti nella scena erano statici, ma i semafori potevano cambiare da verde a giallo e rosso. I cani abbaiano quando i soggetti si avvicinavano a loro.

La fase di intervento consisteva in un totale di 10 sessioni (1 sessione a settimana) e comprendeva una fase di familiarizzazione (sessioni 1-5) e una fase di addestramento (sessioni 7-9). Prima dell'inizio e dopo la fine della fase di addestramento, sono state condotte due sessioni di valutazione (sessioni 6 e 10).

La fase di trattamento consisteva in tre sessioni (durata massima: 45 minuti ciascuna). Durante ciascuna sessione, i partecipanti dovevano completare due percorsi differenti (A e B), seguendo frecce e segnali. Il percorso A portava a una farmacia, mentre il percorso B portava a una stazione di polizia. Ciascun percorso aveva esattamente la stessa lunghezza e richiedeva loro di attraversare almeno sette strade,

Nel corso delle sessioni, i ricercatori hanno gradualmente aumentato la difficoltà del compito. Nella prima sessione, il percorso includeva solo attraversamenti pedonali senza semafori. I soggetti dovevano fermarsi e guardare da entrambi i lati della strada prima di attraversarla. Nella seconda sessione, tutti gli attraversamenti pedonali erano dotati di semafori. In questo caso, i soggetti dovevano attendere il semaforo verde prima di attraversare. Nella terza sessione, erano presenti entrambi i tipi di attraversamenti pedonali (con e senza semafori) e diversi elementi di distrazione (altre persone, cani, rumori di strada). Tutti gli errori, come attraversare senza guardare, attraversare con il semaforo rosso o giallo, camminare fuori dal marciapiede o attraversare al di fuori dell'attraversamento, scatenavano automaticamente un segnale acustico di allarme.

Durante la fase di trattamento, il terapeuta monitorava il comportamento del partecipante e forniva correzioni verbali e rinforzi positivi quando necessario.

Durante le sessioni di valutazione, cioè la sessione 6 (pre-trattamento, T0) e la sessione 10 (post-trattamento, T1), i soggetti dovevano completare il percorso B con il massimo livello di difficoltà. Durante queste sessioni, il valutatore osservava solamente e registrava i comportamenti dei soggetti, senza fare commenti o fornire suggerimenti.

Per verificare se i soggetti avessero trasferito i comportamenti appresi al di fuori dell'ambiente della RV, i ricercatori hanno utilizzato due approcci. Prima e dopo il trattamento, cioè nella sessione T0 e T1, i soggetti hanno dovuto compilare un questionario mirato a valutare la loro comprensione delle abilità praticate. I ricercatori hanno progettato le domande per valutare in modo specifico la conoscenza dei soggetti delle regole per la sicurezza stradale.

Ai genitori, tutori legali e caregiver è stato richiesto di compilare un questionario. Questo aveva l'obiettivo di valutare in che misura ritenevano che i soggetti avessero migliorato il loro comportamento nelle situazioni di vita reale.

Per analizzare i dati ottenuti nella valutazione pre-trattamento e post-trattamento i ricercatori hanno verificato se il test di normalità non rifiuta l'ipotesi che i dati seguano una distribuzione normale, i ricercatori utilizzano un t-test per determinare se il trattamento ha avuto un effetto significativo. Nel caso in cui il test di normalità abbia rifiutato l'ipotesi di una distribuzione normale dei dati, i ricercatori invece optano per il 'Wilcoxon's signed rank test' al fine di valutare l'effetto del trattamento.

Per valutare la performance nell'attraversare la strada i ricercatori hanno selezionato 3 tipi di errore principali: attraversare senza guardare, attraversare con il semaforo rosso o giallo e camminare fuori dal marciapiede o dall'attraversamento pedonale. Questi errori sono stati registrati automaticamente dall'applicazione NeuroVR.

Poiché i diversi gradi di difficoltà nelle sessioni di addestramento influenzano il numero e il tipo di errori (ad esempio, nella sessione 7 non sono presenti semafori), i ricercatori hanno limitato l'analisi degli errori alle sessioni pre-trattamento e post-trattamento, in cui le condizioni sperimentali erano identiche. In particolare, si sono chiesti se vi fosse una significativa riduzione nel numero di errori tra pre (T0) e post (T1) trattamento.

Nell'analisi del numero di errori l'ipotesi di normalità è stata respinta (test di Lilliefors) perciò è stato utilizzato il test di Wilcoxon per valutare l'effetto del trattamento. Nella comparazione del numero di errori a T0 e T1, hanno osservato una diminuzione significativa solo nell'errore "attraversamento con semaforo rosso/giallo" ( $p = 0,0313$ ; test dei ranghi firmati di Wilcoxon). Non sono state osservate variazioni significative negli altri tipi di errori. La variazione nel numero totale di errori non è stata significativa.

I ricercatori hanno deciso di valutare anche la performance dei partecipanti nel seguire i segnali stradali per raggiungere la destinazione desiderata; perciò, hanno individuato degli indicatori specifici per valutare la qualità del percorso seguito da ciascun partecipante. Gli indicatori erano:

- Average speed: La velocità media a cui il partecipante si è spostato nell'ambiente virtuale.
- Path length: La lunghezza totale del percorso seguito.
- Displacement ('figural distance') from the 'optimal' path: La distanza tra il percorso seguito dal partecipante e il percorso "ottimale" desiderato. Questo indica quanto il partecipante si è allontanato dal percorso ideale.
- Composition index (CI) between translational and rotational motion: Questo è un indice che descrive la proporzione tra il movimento di traslazione (spostamento lineare) e il movimento

di rotazione (cambiamenti di direzione) durante il percorso. Un CI diverso può indicare diversi stili di navigazione.

Nell'analisi della capacità di seguire i segnali stradali, hanno rilevato che i soggetti hanno aumentato in modo significativo ( $p = 0,0042$ ; test t di campioni appaiati) la loro velocità media da T0 a T1.

Non sono state rilevate differenze significative negli indici "path length", "figural distance" e "composition index".

Per valutare l'acquisizione delle competenze di sicurezza stradale, hanno richiesto a tutti i soggetti di completare un questionario sia prima che dopo il trattamento. Il questionario comprendeva un totale di sei domande a risposta sì/no.

L'ipotesi di normalità è stata respinta ( $p > 0,05$ ; test di Lilliefors). Questo indica che i dati non seguono una distribuzione normale. Poiché i dati non sono normalmente distribuiti, i ricercatori hanno scelto di utilizzare statistiche non parametriche per l'analisi. Non è emersa una differenza statisticamente significativa nelle risposte sbagliate o negli errori commessi dai partecipanti tra il pre-trattamento e il post-trattamento. Il trattamento non ha portato a un miglioramento statisticamente significativo nella comprensione del compito da parte dei partecipanti.

I ricercatori hanno somministrato un questionario, focalizzato sul trasferimento delle competenze apprese nella vita quotidiana dei soggetti, sia ai genitori che ai caregiver. Il questionario comprendeva sei domande e le risposte si basavano su una scala di tipo Likert a 6 punti, che andava da "mai" (0) a "sempre" (5).

I ricercatori hanno anche esaminato la correlazione tra le risposte dei genitori e dei caregiver. La significatività è stata valutata utilizzando il t test. Le differenze nei punteggi pre-test e post-test indicano che dopo il trattamento, sia i genitori sia i caregiver hanno riportato punteggi significativamente diversi rispetto ai punteggi precedenti, indicando un miglioramento nelle abilità di attraversamento stradale dei soggetti. Inoltre, è stata esaminata la correlazione tra le risposte dei genitori e dei caregiver. È stata riscontrata una correlazione significativa per le risposte pre e post trattamento (rispettivamente,  $r = 0,9127$ ;  $p = 0,011$  e  $r = 0,8148$ ;  $p = 0,0483$ ), il che suggerisce un accordo sostanziale tra genitori e caregiver nella valutazione delle abilità di attraversamento stradale dei soggetti. Inoltre, i genitori e i caregiver sono stati generalmente d'accordo nelle loro valutazioni delle abilità dei soggetti, sia prima che dopo il trattamento.

L'obiettivo principale di questo studio era quello di esaminare se un approccio basato su ambienti virtuali e interfacce naturali fosse efficace nell'insegnare a soggetti adulti con ASD le competenze necessarie per attraversare la strada.

Tramite i dati ottenuti si può affermare che l'addestramento tramite un ambiente virtuale attraverso un'interfaccia naturale può facilitare l'acquisizione di competenze di sicurezza stradale da parte degli adulti con disturbo dello spettro autistico volte ad attraversare la strada in autonomia.

I limiti di questo studio riguardano il basso numero di soggetti che hanno partecipato allo studio e il fatto che i ricercatori hanno valutato solo indirettamente il transfer nei contesti reali delle abilità acquisite.

#### *6) Virtual reality technology to support the independent living of children with autism*<sup>27</sup>

In questo studio i ricercatori hanno valutato l'utilizzo di un ambiente virtuale per aiutare i bambini con autismo a sviluppare e migliorare le loro abilità di vita quotidiana connesse all'ambiente scolastico. Questo studio coinvolge nove bambini con autismo che hanno partecipato attivamente allo studio, concentrandosi sul miglioramento delle loro competenze nell'attraversare la strada in modo sicuro e nell'usare un autobus scolastico.

Nove bambini con ASD con età compresa tra 8 e 11 anni (Media 10,3 anni, deviazione standard 1,15), sono stati coinvolti in questo studio. Il gruppo includeva 3 femmine e 6 maschi. Tutti i bambini avevano livelli iniziali simili di abilità di vita quotidiana e i loro genitori hanno riferito che si trattava di bambini completamente dipendenti che necessitavano di supervisione.

L'ambiente di RV utilizzato nello studio è stato creato tramite la piattaforma Unity.

L'ambiente di RV sviluppato rappresentava una città virtuale con edifici, strade, mezzi di trasporto, persone, alberi, fiori e rocce, al fine di creare una simulazione realistica delle strade vicine alla scuola frequentata dai partecipanti. L'ambiente virtuale era visualizzato su un monitor LCD da 15 pollici.

Ogni partecipante doveva indossare un visore RV chiamato "Google VR headset" (Gvr headset); inoltre i bambini utilizzavano cuffie per migliorare l'esperienza simulata.

Per tracciare il comportamento dei bambini nell'ambiente di RV, è stata utilizzata la tecnologia di cattura dei movimenti della testa tramite Google Cardboard.

Il sistema di RV includeva due puntatori: il "Google VR reticle pointer" (Gvr reticle pointer) per seguire lo sguardo dei partecipanti, e il "Google VR base pointer" (Gvr base pointer) per interagire con oggetti in gioco e l'interfaccia utente.

I ricercatori hanno eseguito una valutazione pre-intervento e una post-intervento per valutare la performance dei partecipanti nell'attraversare la strada e utilizzare l'autobus nell'ambiente virtuale.

Il programma di intervento era diviso in 3 fasi: fase di apprendimento basata su RV, fase di prova basata su RV e fase di tour in scuolabus basato su RV.

La fase di apprendimento basata su RV includeva un video didattico che rappresentava una simulazione di una strada vicina alla scuola frequentata dai partecipanti. Questo video aveva uno



scopo didattico, fornendo istruzioni specifiche per attraversare la strada. Il video includeva situazioni di attraversamento sicure e non sicure, oltre ad audio di distrazione per controllare il livello di attenzione e distraibilità.

Nella fase di pratica basata su test di RV, i bambini sono stati coinvolti in un ambiente RV completamente immersivo che simulava l'ambiente circostante alla scuola. I bambini erano rappresentati da avatar e dovevano attraversare la strada. Durante questa fase, venivano registrati dati relativi alla posizione sul marciapiede, alla direzione dello sguardo, alla reazione ai semafori e al tempo impiegato per attraversare la strada. Dopo un primo tentativo, sono state introdotte gradualmente difficoltà crescenti, inclusi suoni distraenti, un aumento dell'intensità di pedoni e veicoli, e una maggiore velocità dei veicoli. Queste modifiche hanno permesso di raccogliere dati sul comportamento dei partecipanti in situazioni più complesse.

Nella fase di tour in scuolabus RV, i partecipanti hanno preso "virtualmente" l'autobus scolastico, e sono stati registrati i dati relativi all'interazione sociale, alla scelta del posto sull'autobus e all'uso del segnale dell'autobus per fermarsi.

Tutti i dati raccolti sono stati archiviati in un database. Queste informazioni possono essere riviste e valutate dai bambini, dai genitori e dai professionisti, consentendo loro di valutare i propri successi e individuare le aree in cui è necessario migliorare, sia in termini di decisioni che di concentrazione. Il progresso degli utenti può essere monitorato nel tempo per valutare quali abilità sono migliorate e quali necessitano ancora di sviluppo.

Nella ricerca condotta, tutti e nove i partecipanti con ASD hanno completato le attività basate sulla RV.

Per determinare se ci fosse un cambiamento significativo nelle abilità dei partecipanti con ASD a seguito dell'uso della tecnologia RV, è stato utilizzato il test di Wilcoxon.

L'analisi dei dati tramite il test di Wilcoxon ha mostrato un miglioramento statisticamente significativo nell'attraversare la strada in autonomia e nell'utilizzare l'autobus in autonomia.

Dal punto di vista statistico, avendo ottenuto prove statisticamente significative si può concludere che l'addestramento basato su RV è efficace nello sviluppo delle abilità di vita quotidiana nei bambini affetti da ASD.

In sintesi, questo studio ha dimostrato in modo statisticamente significativo che l'utilizzo della tecnologia RV ha un impatto positivo sull'acquisizione di abilità di vita quotidiana nei bambini con autismo.

## ***Utilizzare l'autobus in autonomia***

### *7) Virtual Travel Training for Autism Spectrum Disorder: Proof-of-Concept Interventional Study*

28

Gli scopi di questo studio erano quelli di creare un gioco basato su un ambiente virtuale che utilizza un visore di RV (Oculus Rift) per insegnare a soggetti con ASD a utilizzare gli autobus pubblici, e valutare se questo metodo potesse essere efficace nella riabilitazione di soggetti con ASD.

Insegnare a soggetti con ASD a utilizzare in modo efficiente gli autobus è un percorso particolarmente impegnativo a causa dei deficit nel comportamento adattativo e dei deficit sensoriali; i caregivers e i terapeuti devono fare molta pratica insieme a loro affinché siano abbastanza sicuri e a loro agio per poter portare a termine l'attività da soli. In questo studio i ricercatori hanno cercato di facilitare questo percorso creando un ambiente virtuale che permettesse ai soggetti con ASD di sperimentare l'utilizzo degli autobus e di iniziare a sviluppare le competenze necessarie.

L'ambiente virtuale è costituito da una città dove 4 autobus seguono diversi percorsi prestabiliti; i giocatori possono salire su uno qualsiasi di questi autobus, convalidare il biglietto, scegliere un posto a sedere e premere il pulsante STOP per chiedere all'autobus di fermarsi e poi scendere. Prima di iniziare il gioco, è possibile scegliere tra 7 compiti diversi, di cui 4 sono classificati per complessità come semplici (il giocatore deve solo prendere 1 autobus per raggiungere la destinazione) e 3 sono classificati come complessi (il giocatore deve prendere 2 autobus per raggiungere la destinazione). Ogni compito ha 2 livelli di difficoltà: una modalità facile e una modalità difficile. La modalità facile guida il giocatore passo dopo passo fino alla destinazione, mentre nella modalità difficile, al giocatore viene solo detto il luogo in cui deve andare. Alla fine di ciascun compito, un sistema di punteggio valuta le prestazioni del giocatore su 2 diverse componenti: "Azioni" (la capacità del giocatore di memorizzare e seguire le norme dell'autobus, ad esempio convalidare il biglietto o sedersi su posti non prenotati) e "Percorso" (la capacità del giocatore di pianificare un percorso verso la destinazione, ad esempio se il giocatore ha preso gli autobus giusti alle fermate giuste). Il gioco include vari oggetti/elementi, come persone, traffico e cani, che potrebbero causare ansia, a seconda del giocatore. Per questo motivo, è stato implementato un sistema di biofeedback per garantire che, mentre il giocatore si ambientava nell'ambiente virtuale, l'ambiente non diventasse non funzionale per il giocatore cioè non fossero presenti troppi stimoli potenzialmente in grado di compromettere l'esperienza del giocatore. Ciò è ottenuto valutando l'ansia avvertita dal giocatore attraverso l'analisi dell'attività elettrodermica (EDA) e riducendo in tempo reale gli stimoli a cui è esposto il giocatore in caso di livelli di ansia elevati (ad esempio, riducendo il rumore nell'ambiente).

I ricercatori hanno reclutato 10 partecipanti con diagnosi di ASD, 9 maschi e 1 femmina con età media di 18,8 anni (DS 4,5), e 10 partecipanti a sviluppo normotipico, 4 maschi e 6 femmine con età media di 21.9 anni (DS 3,56). I partecipanti con diagnosi di ASD sono stati assegnati al gruppo sperimentale mentre i 10 partecipanti a sviluppo normotipico sono stati assegnati al gruppo di controllo.

Durante il reclutamento, i partecipanti hanno completato un questionario per valutare la loro capacità nell'uso degli autobus. Con l'eccezione di uno dei partecipanti, tutti i partecipanti erano incapaci di prendere gli autobus in modo autonomo all'inizio dello studio.

Tutti i partecipanti hanno dato il consenso sia orale sia scritto per partecipare a questo studio.

Questo studio e tutte le procedure sono stati esaminati e approvati dalla Commissione etica della Facoltà di Medicina dell'Università di Coimbra e sono stati condotti in conformità con la dichiarazione di Helsinki.

Il gruppo sperimentale ha partecipato a 3 sessioni di intervento con complessità e difficoltà crescente, con durata tra 20 e 40 minuti ciascuna. Solo 6 partecipanti al gruppo sperimentale hanno concluso tutte le sessioni di intervento a causa di problemi organizzativi.

Il gruppo di controllo è stato sottoposto a una singola sessione, corrispondente alla prima del gruppo sperimentale.

In ogni sessione, i giocatori hanno ricevuto un tutorial per imparare o rivedere i comandi del gioco e un compito da eseguire. La difficoltà e la complessità del compito sono cambiate da una sessione all'altra. Alla fine di ogni sessione, ai partecipanti è stato chiesto di descrivere il processo di prendere l'autobus, dal momento in cui sono arrivati alla fermata dell'autobus fino a quando hanno raggiunto la loro destinazione, ma non hanno mai ricevuto un feedback sulla risposta data. Le risposte sono state registrate in una checklist contenente tutti i passaggi presenti in un viaggio in autobus.

La checklist contiene i seguenti passaggi:

- Aspettare l'autobus
- Salire sull'autobus
- Validare il biglietto
- Evitare posti riservati
- Sedersi
- Aspettare di arrivare vicini alla destinazione
- Premere il pulsante stop
- Scendere dall'autobus

In ogni sessione, i giocatori sedevano su una sedia girevole e indossavano un braccialetto per la registrazione wireless dell'attività elettrodermica (EDA) (Biopac Bionomadix BN-PPGED e amplificatore MP150). Tutti i compiti sono stati eseguiti su un computer portatile (Windows 8.1, 16,0 GB di RAM e processore IntelCore i7 da 2,50 GHz). Il visore montato sulla testa utilizzato era l'Oculus Rift Development Kit 2, versione del firmware 2.12, e un gamepad è stato utilizzato per l'input.

I ricercatori hanno definito due misure di outcome principali per valutare i risultati ottenuti dai partecipanti:

- Accuratezza delle azioni:

Il gioco ha identificato automaticamente ogni azione del partecipante (entrare nell'autobus, convalidare il biglietto, ecc.) e ha calcolato automaticamente la precisione delle azioni in base all'equazione: numero di azioni corrette/numero di azioni attese.

- Accuratezza del debriefing:

Alla fine di ogni sessione i ricercatori hanno chiesto ai partecipanti di descrivere passo per passo le azioni da compiere per utilizzare un autobus, hanno calcolato l'accuratezza usando la stessa tipo di equazione utilizzata in "Accuratezza delle azioni".

I ricercatori hanno valutato come misurazioni aggiuntive anche:

- Durata del compito in minuti:

sebbene i compiti cambino in complessità e difficoltà, questa misurazione non è direttamente comparabile tra le sessioni. Tuttavia, è utile per analizzare la variabilità intersoggetto e per effettuare confronti tra i gruppi per la prima sessione.

- Livelli di ansia:

tramite i valori di EDA durante le sessioni. Valutare i livelli di ansia ha permesso ai ricercatori di creare delle heatmap dei picchi di ansia nell'ambiente virtuale per evidenziare i punti in cui l'ansia aumentava; se i punti in cui l'ansia aumenta corrispondono tra vari soggetti i punti diventano rossi mentre se i punti non corrispondono diventano verdi o blu.

In questo studio i ricercatori hanno esaminato se i dati raccolti per ciascun outcome seguivano una distribuzione normale. Per farlo, hanno utilizzato diversi strumenti, tra cui istogrammi, grafici Q-Q e il test di Kolmogorov-Smirnov (È un test statistico utilizzato per confrontare la distribuzione dei dati con una distribuzione normale. Esso fornisce una misura oggettiva di quanto i dati si discostino da una distribuzione normale). Questi strumenti hanno permesso di valutare quanto i dati si discostassero da una distribuzione normale. Una volta ottenuti i risultati dai test di normalità, hanno scelto quale tipo di test statistico utilizzare in base a questi risultati.

Se i dati assomigliavano a una distribuzione normale, venivano utilizzati test statistici parametrici. Se i dati non rispecchiavano tale somiglianza, venivano impiegati test statistici non parametrici. Questo passo è importante per utilizzare gli strumenti statistici corretti e ottenere risultati accurati.

Nell'analisi dei dati tra i due gruppi è risultato che i dati relativi ad: "Accuratezza delle azioni", "Accuratezza del debriefing", "durata del compito" non seguivano una distribuzione normale quindi i ricercatori hanno deciso di utilizzare il test "Mann-Whitney U" (test statistico non parametrico che è adatto per dati non normalmente distribuiti) per confrontare i dati ottenuti.

I dati relativi a "Livelli di ansia" seguivano una distribuzione normale, quindi è stato utilizzato il "t-test" a due campioni per confrontare i livelli di ansia tra i due gruppi.

Nel confronto dei dati ottenuti dai due gruppi risulta che i risultati relativi ad "Accuratezza delle azioni" i risultati del test hanno mostrato che il gruppo di controllo aveva un'accuratezza del 100%, il che significa che hanno eseguito tutte le azioni in modo corretto. Nel gruppo sperimentale, l'accuratezza media era del 88%, il che rappresenta una differenza significativa.

Nel confronto dei dati ottenuti dai due gruppi risulta che i risultati relativi ad "Accuratezza del debriefing" hanno mostrato che il gruppo di controllo aveva un'accuratezza media del 100% nella descrizione delle procedure, mentre il gruppo clinico aveva un'accuratezza del 62.5%. Anche in questo caso, la differenza è risultata statisticamente significativa.

Nel confronto dei dati ottenuti dai due gruppi emerge che i risultati relativi a "Livelli di ansia" mostrano che nel gruppo sperimentale ci sono tendenzialmente valori più elevati di ansia rispetto al gruppo di controllo in diverse situazioni. Tuttavia, non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i due gruppi.

I ricercatori hanno condotto una analisi inter gruppo relativa all'intervento dalla quale emergono i dati più interessanti, i ricercatori hanno fatto un'analisi dei dati pre e post-intervento per i 6 soggetti che hanno completato tutte le 3 sessioni.

I ricercatori hanno confrontato i dati relativi ad "Accuratezza delle azioni", "Accuratezza del debriefing" e "Durata del compito" e hanno scoperto che questi dati non seguivano una distribuzione normale quindi i dati raccolti durante l'ultima e la prima sessione sono stati confrontati utilizzando il "Wilcoxon Signed-rank test" (Questo test è una procedura statistica non parametrica utilizzata per confrontare i dati che non soddisfano i requisiti di una distribuzione normale)

Per quanto riguarda i dati relativi al "Livello d'Ansia", è stato utilizzato il t-test per dati appaiati per confrontare i dati raccolti durante l'ultima sessione con quelli della prima sessione e determinare se ci fosse stata una variazione significativa nel livello d'ansia dei partecipanti.

Nel corso delle sessioni, è stato osservato un miglioramento positivo nella misurazione "Accuratezza delle azioni": l'accuratezza media pre-intervento era del 75,00% mentre nel post-intervento

l'accuratezza media era del 93,80%. Tuttavia, il test "Wilcoxon signed-rank" ha rivelato una bassa significatività statistica ( $Z=1.63$ ,  $P=.10$ ).

Tuttavia, quando lo stesso test è stato applicato alla "Precisione del Debriefing," che misura quanto bene i partecipanti conoscano e descrivano il processo inerente al gioco, si è osservato un significativo aumento. Nella sessione 1, la mediana dell'accuratezza del debriefing era del 68,8%, ma nella sessione 3, questa mediana era salita al 100,0%. Questa differenza è risultata statisticamente significativa ( $Z=2,22$ ,  $P=0,03$ ), indicando che i partecipanti hanno ottenuto una maggiore conoscenza e comprensione del processo del gioco nel corso delle sessioni.

Riguardo alla durata del compito, poiché i compiti sono diventati più complessi e difficili durante l'intervento, la durata del compito non è direttamente comparabile. Tuttavia, è importante verificare che il tempo necessario per completare con successo il compito non sia aumentato in modo statisticamente significativo, nonostante l'esposizione a livelli più difficili.

I livelli di ansia sono diminuiti dalla prima all'ultima sessione.

In sole tre sessioni, è stato possibile migliorare la conoscenza dei partecipanti riguardo alle norme del processo di prendere l'autobus e ridurre i livelli di ansia percepiti dai partecipanti durante tale processo.

L'intervento è risultato efficace nell'aumentare la precisione con cui i partecipanti sono in grado di descrivere il processo di prendere l'autobus durante la sessione di "debriefing". Questo significa che i partecipanti hanno dimostrato una maggiore comprensione teorica del processo dopo l'intervento.

Tuttavia, quando si è valutata l'accuratezza delle azioni dei partecipanti all'interno del gioco, l'aumento non è stato statisticamente significativo. Ciò potrebbe indicare che, anche se i partecipanti avevano una migliore comprensione teorica, non sempre riuscivano a mettere in pratica questa conoscenza durante il gioco. Tuttavia, c'è una tendenza a migliorare che potrebbe diventare significativa con ulteriori sessioni o un gruppo di intervento più ampio.

L'intervento è riuscito a ridurre l'ansia percepita dai partecipanti durante l'intera sessione, in particolare all'interno dell'autobus. Questo significa che i partecipanti si sentivano meno ansiosi quando erano all'interno dell'autobus rispetto a prima dell'intervento.

Le "heat map" (mappe di calore) sono state utilizzate per rappresentare i picchi di ansia registrati. Queste mappe hanno mostrato che i partecipanti con ASD erano più ansiosi alle fermate dell'autobus e nelle aree di partenza e arrivo. Ciò suggerisce che, quando erano fuori dall'autobus, i partecipanti erano più ansiosi quando pianificavano il viaggio, cercavano la fermata dell'autobus, aspettavano l'autobus e cercavano la destinazione finale.

All'interno dell'autobus, si è osservata una diminuzione della reattività allo stress nel corso delle sessioni, cioè lo stress causato dalle azioni da compiere durante il gioco all'interno dell'autobus

(timbrare il biglietto, evitare posti riservati, sedersi, premere il pulsante stop), con l'ultima sessione che ha mostrato meno picchi di attività EDA.

Questi risultati suggeriscono che i partecipanti hanno imparato a gestire il gioco in modo più efficiente nel corso dell'intervento, adattandosi alle sfide sempre più complesse. Utilizzando il gioco come strumento di intervento terapeutico, in sole tre sessioni è stato possibile migliorare l'efficienza generale dei partecipanti e esporli a scenari particolari in cui potevano allenare le loro abilità di pianificazione. Inoltre, è stato possibile ridurre significativamente l'ansia e insegnare le norme per l'utilizzo autonomo dei mezzi pubblici.

### ***Sostenere un colloquio di lavoro***

#### *8) Virtual Reality Job Interview Training in Adults with Autism Spectrum Disorder* <sup>29</sup>

In questo studio scientifico è stata condotta un'indagine sulla fattibilità ed efficacia di un addestramento per sostenere colloqui di lavoro tramite un software di RV altamente interattivo VR-JIT (Virtual Reality-Job Interview Training), in adulti con ASD con lo scopo di migliorare le competenze necessarie per sostenere un colloquio di lavoro. Il metodo di ricerca utilizzato è stato un trial randomizzato controllato singolo cieco.

Il VR-JIT è un software altamente interattivo che consente agli utilizzatori di interagire con una addetta alle risorse umane virtuale, chiamata Molly Porter, per condurre un colloquio di lavoro. Tramite microfoni e software di rilevazione della voce è possibile sostenere un colloquio virtuale interattivo con Molly Porter. VR-JIT è stato progettato con una logica non ramificata, cioè durante l'interazione con il sistema gli utenti hanno la libertà di scegliere di rispondere in vari modi alle domande e alle situazioni presentate senza essere vincolati a percorsi o scelte prestabilite. La logica senza ramificazioni fa sì che ogni interazione tra uomo e macchina sia unica; questo è possibile grazie a un vasto database di oltre 1.000 domande che il software pone all'utente e oltre 2000 possibili risposte da fornire al software. La varietà delle domande e delle risposte fa sì che ogni volta che si usa il VR-JIT, si affrontino situazioni diverse, incoraggiando gli utenti a ripetere l'esperienza e ad affinare le loro abilità. Il VR-JIT consente agli utenti di interagire con Molly Porter, grazie alla grande varietà di risposte che possono fornire, Molly cambia il suo atteggiamento verso gli utenti in positivo o in negativo.

L'obiettivo principale del VR-JIT è migliorare le competenze dei candidati nei colloqui di lavoro. Per fare ciò, si concentra su diverse aree raccomandate da un gruppo di esperti. Queste aree sono state suddivise in due categorie principali: contenuti rilevanti per il colloquio di lavoro e prestazioni del

candidato; quindi, il VR-JIT mira a preparare i candidati ad affrontare con successo le domande dei colloqui e a migliorare la performance generale.

Il VR-JIT utilizza diverse strategie per migliorare le competenze dei candidati nelle aree precedentemente menzionate. Le strategie utilizzate sono:

- Fornire interviste in realtà virtuale ripetibili:

Il VR-JIT offre agli utenti la possibilità di partecipare a simulazioni di colloqui di lavoro in RV che possono essere ripetute molte volte. Questo permette agli utenti di praticare e affinare le loro abilità nel corso di molte sessioni, migliorando gradualmente le loro performance.

- Offrire feedback verbale in tempo reale:

Durante le simulazioni, il sistema fornisce feedback verbali istantanei agli utenti. Questi feedback sono cruciali per aiutare gli utenti a comprendere cosa hanno fatto bene e in quali aree devono migliorare.

- Mostrare punteggi relativi alle dimensioni chiave delle performance:

Dopo ogni simulazione, il VR-JIT fornisce punteggi su varie dimensioni chiave delle performance, consentendo ai candidati di valutare in modo oggettivo le loro abilità. Questi punteggi possono essere utili per tracciare i progressi nel tempo.

- Consentire la revisione di trascrizioni audio e scritte:

Gli utenti possono anche rivedere le trascrizioni delle loro risposte alle domande durante le simulazioni. Queste trascrizioni sono spesso colorate in base alla qualità delle risposte. Questa revisione dettagliata aiuta gli utenti a comprendere meglio dove possono fare progressi.

- Il VR-JIT fornisce materiale didattico consultabile online con delle linee guida e spiegazioni su come sostenere un colloquio di lavoro. Il materiale è sempre accessibile agli utenti.

Le simulazioni di colloquio hanno tre livelli di difficoltà: livello facile in cui Molly si comporta in modo amichevole, livello medio dove il comportamento di Molly è orientato al business aziendale, livello difficile dove il comportamento è molto brusco. Il personaggio di Molly evolve costantemente, quindi il suo comportamento o le domande potrebbero cambiare in base alle risposte precedenti del candidato. Questo realismo emotivo e relazionale crea un'esperienza dinamica in cui il candidato vede Molly diventare più gentile quando si risponde in modo onesto e rispettoso o la vede diventare più brusca e sbrigativa quando si risponde in modo evasivo o maleducato.

Questo approccio mira a offrire un'esperienza di addestramento completa e interattiva che può essere personalizzata in base alle esigenze di ciascun utente.

I ricercatori hanno reclutato 26 partecipanti con ASD con età dai 18 ai 36 anni; oltre alla diagnosi di ASD i criteri di inclusione erano: competenze di lettura di 5<sup>a</sup> elementare valutate tramite test WRAT-



IV; essere disposti a essere registrati su video; essere disoccupati o sottoccupati, cioè, lavorare meno di mezza giornata e cercare ulteriori opportunità di lavoro, essere attivamente alla ricerca di un impiego. I partecipanti allo studio sono stati divisi in modo randomico, 16 per il gruppo sperimentale e 10 per il gruppo di controllo. Il gruppo di controllo ha seguito un addestramento ai colloqui di lavoro classico basato su role-play.

Entrambi i gruppi hanno completato le valutazioni iniziali e di follow-up nel laboratorio di ricerca. Le valutazioni iniziali includevano colloqui psicosociali, valutazioni cliniche e valutazioni neuro cognitive e socio-cognitive per ottenere una panoramica più specifica riguardante le caratteristiche funzionali dei partecipanti come: consapevolezza sociale, cognizione sociale, comunicazione sociale, motivazione sociale, interessi ristretti, comportamenti ripetitivi, funzionamento neuro cognitivo, capacità di riconoscere emozioni. Queste valutazioni servivano ai ricercatori per analizzare le differenze sociali, neuro cognitive e di funzionamento tra i partecipanti ai due gruppi. Oltre a queste valutazioni i ricercatori hanno scelto 8 posizioni lavorative diverse e per ognuna hanno strutturato un colloquio di lavoro; ogni colloquio di lavoro era basato su 13 domande prestabilite per ottenere una valutazione pre-trattamento e una valutazione post-trattamento. I partecipanti potevano scegliere 2 colloqui diversi nella fase di valutazione pre-trattamento e altri 2 colloqui diversi nella fase di valutazione post-trattamento. Questo colloquio permetteva ai ricercatori di ottenere sia una misurazione generale delle competenze dei partecipanti sia delle misure di outcome riguardanti 9 competenze specifiche che contribuiscono al successo in un colloquio di lavoro: dimostrarsi a proprio agio, capacità di negoziare un giorno libero, presentarsi come un lavoratore affidabile, presentarsi come un lavoratore con cui è facile lavorare, essere in grado di condividere idee in modo positivo, presentarsi come una persona onesta, dimostrare interesse per la posizione lavorativa, dimostrare di comportarsi in modo professionale, stabilire un rapporto informale con il selezionatore. La misurazione generale era ottenuta tramite la somma dei risultati ottenuti nelle 9 competenze specifiche.

Il VR-JIT ha valutato la performance dei partecipanti al gruppo sperimentale attribuendo ad ogni colloquio un valore da 0 a 100 tramite un algoritmo basato sull'appropriatezza delle risposte dei partecipanti; i parametri utilizzati erano le 9 competenze sopra elencate e il tempo impiegato per concludere una simulazione.

I partecipanti al gruppo di controllo hanno completato le valutazioni iniziali e 2 colloqui role-play standardizzati; dopo un periodo di 2 settimane, sono stati convocati per condurre due simulazioni di colloqui role-play e rispondere a un test sull'autoefficacia percepita rispetto a un colloquio di lavoro. Dopo il completamento delle valutazioni iniziali e 2 colloqui role-play, al gruppo di intervento è stato chiesto di completare 10 ore (circa 20 simulazioni) di addestramento VR-JIT nel corso di 5 sedute

(entro un periodo di 2 settimane) e quindi completare un questionario sull'esperienza di addestramento (TEQ). Al termine della fase di intervento i partecipanti al gruppo sperimentale hanno sostenuto due simulazioni di colloquio role-play e risposto a un test sull'autoefficacia percepita rispetto a un colloquio di lavoro.

Le simulazioni di colloqui di lavoro sono state le principali misure di outcome, sono durate circa 20 minuti ciascuna.

I ricercatori hanno utilizzato il t-test per esaminare le differenze funzionali tra i gruppi; hanno utilizzato il coefficiente di Cohen e misurazioni ANOVA per analizzare i dati riguardanti le 9 misure di outcome principali, le performance dei partecipanti e l'autoefficacia percepita nel sostenere un colloquio di lavoro.

L'analisi dei dati riguardanti il funzionamento cognitivo e sociale dei partecipanti effettuata tramite t-test mostra che non ci sono differenze significative tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo.

I risultati ottenuti nella misurazione generale delle competenze, analizzati tramite coefficiente di Cohen e misurazioni ANOVA, ha mostrato un miglioramento statisticamente significativo ( $F=4,4$ ,  $p=0,046$ ) rispetto al gruppo di controllo.

Per quanto riguarda le 9 competenze specifiche l'analisi dei dati ha dimostrato che i partecipanti al gruppo sperimentale hanno ottenuto un miglioramento statisticamente significativo rispetto al gruppo di controllo ( $F=4,0$ ,  $p=0,056$ ). Nello specifico i partecipanti al gruppo sperimentale hanno ottenuto miglioramenti significativi nelle seguenti competenze: presentarsi come un lavoratore affidabile, presentarsi come un lavoratore con cui è facile lavorare, essere in grado di condividere idee in modo positivo, presentarsi come una persona onesta, dimostrare interesse per la posizione lavorativa, dimostrare di comportarsi in modo professionale, stabilire un rapporto informale con il selezionatore (d range= da 0,40 a 0,87) mentre il gruppo di controllo non ha ottenuto nessun miglioramento nelle competenze specifiche.

L'analisi dei questionari riguardanti l'autoefficacia percepita ha mostrato un miglioramento statisticamente significativo per il gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo ( $F=3,9$ ,  $p=0,060$ ,  $d=1,15$ ).

I risultati del questionario TEQ mostrano che il VR-JIT è stato percepito dai partecipanti di facile utilizzo, piacevole, utile.

I punteggi delle performance VR-JIT erano più bassi durante le prime simulazioni a ciascun livello di difficoltà (prima simulazione facile, prima simulazione media e prima simulazione difficile), ma miglioravano man mano che aumentava il numero delle simulazioni a ciascun livello di difficoltà.

L'analisi della media dei risultati ottenuti dimostra che la performance migliorava di 4,7 punti ogni volta che veniva completata una simulazione.

L'obiettivo dello studio era valutare la fattibilità e l'efficacia del VR-JIT in un piccolo trial controllato randomizzato singolo cieco. I risultati sulla fattibilità suggeriscono che i partecipanti erano coinvolti nelle simulazioni di colloqui, hanno riportato che il VR-JIT era facile da usare, piacevole, utile; ha aumentato la loro fiducia e li ha preparati per i colloqui futuri. I risultati sull'efficacia suggeriscono che, confrontato con il gruppo di controllo, il gruppo VR-JIT ha dimostrato un miglioramento significativo delle abilità nei colloqui di lavoro, un aumento della fiducia in sé stessi nei colloqui di lavoro e un incremento progressivo dei punteggi di performance nelle simulazioni di colloqui tra le varie prove e livelli di difficoltà crescenti. Pertanto, questo studio fornisce evidenze iniziali che il VR-JIT potrebbe essere un programma fattibile ed efficace per migliorare le competenze utili nei colloqui di lavoro per gli adulti con ASD.

## ***CAPITOLO CINQUE: DISCUSSIONE***

Gli articoli analizzati offrono spunti molto interessanti per la pratica clinica dei t.o. poiché tutti gli articoli propongono degli interventi riguardanti ambiti di interesse per la pratica professionale.

Gli studi analizzati hanno coinvolto partecipanti con età variabili, da bambini in età scolare fino a partecipanti adulti; nello specifico gli studi riguardanti il “fare la spesa” hanno coinvolto partecipanti con età da 11 fino a 19 anni, gli studi riguardanti “l’imparare a guidare” hanno coinvolto partecipanti con età dai 15 ai 25 anni, gli studi riguardanti “l’attraversare la strada” hanno coinvolto partecipanti con età dai 8 ai 44 anni, nello studio riguardante l’utilizzo di un autobus in autonomia l’età dei partecipanti variava dai 13 ai 23, nello studio riguardante il sostenere un colloquio di lavoro i partecipanti avevano un’età dai 18 ai 36 anni. In generale possiamo affermare che gli studi RCT hanno utilizzato campioni ampi mentre gli studi pre-post hanno utilizzato un campione limitato.

Gli interventi proposti in questi studi hanno range di durata diversi, si va dal minimo di 3 sessioni nell’intervento con l’obiettivo di utilizzare l’autobus fino al massimo di 12 sedute nell’intervento con l’obiettivo di imparare a guidare mentre per quanto riguarda la durata della singola sessione all’incirca quasi tutti gli interventi prevedono delle sessioni della durata di 60 -75 minuti.

Gli articoli riguardanti lo sviluppo di competenze per fare la spesa in autonomia hanno utilizzato due metodi di intervento basati sulla RV; nel primo studio i ricercatori però hanno utilizzato un intervento basato su RV abbinato a un intervento metacognitivo per apprendere strategie per fare la spesa.

I ricercatori hanno creato in un ambiente virtuale un supermercato, in cui i partecipanti hanno svolto piccoli compiti definiti e specifici per raggiungere l’autonomia nel fare la spesa. Gli strumenti di valutazione e analisi dei dati utilizzati erano diversi; tuttavia, in entrambi gli studi i dati ottenuti dimostrano che gli interventi proposti hanno migliorato alcune abilità nel fare la spesa in autonomia dei partecipanti al gruppo sperimentale.

In questi due studi troviamo due differenze che non permettono di comparare i risultati ottenuti; nel primo studio i ricercatori hanno abbinato alla RV un intervento metacognitivo e i partecipanti al gruppo di controllo hanno seguito un normale percorso educativo/terapeutico (non specificato), mentre nel secondo studio i partecipanti al gruppo di controllo non hanno effettuato alcun percorso. Ciò suggerisce che sarebbe necessario individuare un protocollo di intervento utile a comparare i risultati ottenuti tramite un intervento basato su RV a un intervento ecologico.

Questi due studi mostrano come sia possibile creare un supermercato virtuale molto simile a un supermercato reale dove i soggetti con ASD possono raggiungere l’autonomia nel fare la spesa in un ambiente privo di stimoli distraenti. L’assenza di stimoli distraenti non rispecchia il contesto reale di un supermercato, tuttavia, ha facilitato i partecipanti nello sviluppare le competenze necessarie per

fare la spesa in autonomia e ha aumentato i livelli di autoefficacia percepita e fiducia in se stessi. Aumentare i livelli di autoefficacia percepita e fiducia in se stessi è molto importante in tutti i percorsi riabilitativi in particolare nella TO dove questi aspetti possono aumentare la partecipazione nelle attività.

Gli articoli riguardanti i simulatori di guida in RV dimostrano come sia possibile addestrare alla guida i soggetti con ASD utilizzando ambienti virtuali. I simulatori di guida e gli strumenti per analizzare i dati utilizzati nei due studi sono diversi, tuttavia, le categorie di dati analizzati sono molto simili. I dati analizzati supportano l'efficacia dei due interventi proposti per migliorare alcune abilità di guida e funzioni esecutive; tuttavia, i ricercatori non hanno verificato se le competenze apprese tramite RV sono state trasferite nei contesti di guida reale. I simulatori di guida sono in grado di creare ambienti dinamici dove i soggetti con ASD possono sperimentare dei contesti virtuali di guida molto simili alla realtà. In queste simulazioni i software sono in grado di presentare molte variabili come auto da superare, semafori e stop da rispettare, immettersi o uscire da una autostrada; la presenza di queste variabili non è mai uguale nelle varie sessioni, ciò aiuta a creare esperienze di guida sempre diverse come in un addestramento alla guida svolto nel mondo reale. Nella pratica clinica del t.o. questi simulatori possono essere utili per iniziare l'addestramento alla guida dei pazienti con ASD in un ambiente controllato e favorevole; i pazienti possono vivere delle esperienze di guida positive in grado di migliorare il loro senso di autoefficacia e fiducia in se stessi; è possibile modificare l'ambiente o i compiti da svolgere in base alle caratteristiche del paziente o agli obiettivi che si vogliono raggiungere.

Allo stesso modo gli articoli riguardanti l'attraversare la strada in autonomia dimostrano come sia possibile creare ambienti dinamici dove i soggetti con ASD possono percorrere strade conosciute e replicate negli ambienti virtuali per imparare ad attraversare la strada in autonomia facendo attenzione a molte variabili che i software possono generare come: persone che camminano vicine, cani che abbaiano, auto che passano a grande velocità, semafori e stop da rispettare.

Sebbene i due studi analizzati presentano dei limiti, i risultati ottenuti in questi studi indicano che la RV può facilitare l'acquisizione di alcune competenze necessarie per attraversare la strada.

L'intervento rivolto all'utilizzo di un ambiente virtuale per insegnare ai soggetti con ASD a utilizzare l'autobus ha dimostrato come in sole 3 sedute sia possibile insegnare come utilizzare un autobus in autonomia. I ricercatori in questo studio non hanno indicato i livelli di competenza dei soggetti con ASD necessari per sfruttare al meglio le potenzialità di questo strumento, inoltre non hanno valutato se le competenze apprese sono state trasferite in un contesto reale.

L'ultimo intervento riguardante l'utilizzo di un software di realtà virtuale in grado di creare colloqui di lavoro interattivi dimostra come sia possibile addestrare i soggetti con ASD a sostenere colloqui di lavoro fornendo esperienze virtuali sempre diverse e interattive.

Un punto di forza dell'utilizzo di software di RV abbinato a specifici software di rilevazione e analisi dati consente di rilevare e analizzare dati come: attenzione, ansia, funzioni cognitive ecc. Questi dati sono difficilmente rilevabili da un terapeuta durante una seduta "classica" poiché richiedono l'utilizzo di specifici software o strumenti di valutazione, grazie alla possibilità di abbinare i software di RV con i software di rilevazione dati è possibile, per i t.o, analizzare dopo ogni seduta i dati ottenuti. Integrare i dati ottenuti e le osservazioni fatte dai t.o consente di monitorare costantemente i progressi dei pazienti individuando in modo efficace e veloce gli aspetti su cui lavorare per aiutare il paziente a sviluppare determinate competenze e abilità.

Un punto di forza di questi studi è il bassissimo numero di dropout registrato.

Sebbene i risultati ottenuti da questi studi siano promettenti si deve evidenziare che questi studi presentano dei limiti che non consentono di affermare con sicurezza che la RV sia uno strumento terapeutico efficace, utile. I limiti riguardano i bassi campioni di soggetti con ASD reclutati nei vari studi, non tutti gli studi hanno utilizzato un gruppo di controllo per confrontare i dati ottenuti, i tempi di intervento in alcuni studi sono molto brevi. Il limite più importante è che non tutti gli studi hanno effettuato le valutazioni pre-intervento e post-intervento in contesti reali ma solo tramite la RV, ciò non ha permesso di valutare se gli interventi hanno prodotto un transfer nei contesti reali delle abilità apprese. Un altro limite riguarda il fatto che in nessuno studio è stato effettuato un follow up a distanza di settimane o mesi per valutare il mantenimento delle abilità acquisite nel tempo.

## ***CAPITOLO SEI: CONCLUSIONE***

Il quesito iniziale di questa tesi è: *“Sono presenti in letteratura interventi basati su realtà virtuali utili nella pratica clinica del terapeuta occupazionale per la riabilitazione di soggetti con Sindrome dello Spettro Autistico?”*

Dai dati della letteratura emerge che sono presenti in letteratura interventi basati su RV utili al t.o. per la riabilitazione di soggetti con ASD. Questi interventi mirano a sviluppare l'autonomia dei soggetti con ASD in vari ambiti di interesse per i t.o, quali fare la spesa, imparare a guidare, attraversare la strada, utilizzare un autobus, fare un colloquio di lavoro, tuttavia, le evidenze in letteratura non sono sufficientemente solide per poter affermare che gli interventi basati su RV siano efficaci.

Per quanto riguarda le implicazioni nella pratica clinica dei t.o., l'utilizzo della RV implica l'utilizzo di hardware e software dedicati; i costi di questi hardware e software variano, in base al modello, da poche centinaia di euro (Oculus Rift/HTC Vive: 300-1000€) fino a migliaia di euro (CAVE: 80,000-750.000€). A questi valori vanno aggiunti i costi di programmazione di ambienti virtuali che anche in questo caso possono variare da poche centinaia di euro a migliaia di euro in base alle caratteristiche dell'ambiente virtuale. Analizzando i costi di questi software e hardware appare chiaro che le apparecchiature dai costi più elevati possono essere acquistate solo da strutture riabilitative con budget molto alti. Gli hardware e software più economici nascono come prodotti dedicati al mercato videoludico, perciò, oltre alla possibilità di poterli acquistare nel mercato comune è possibile che le famiglie dei pazienti possiedano questi hardware; ciò permette, in linea teorica, di consigliare alle famiglie quali software utilizzare a casa per migliorare le competenze dei pazienti. La RV è uno strumento che non può prescindere dalla presenza di un operatore competente, tuttavia fornendo o consigliando quali software utilizzare a casa, previo un adeguato addestramento del caregiver, l'uso a domicilio può aumentare le occasioni di pratica, velocizzando l'apprendimento di competenze nei pazienti con ASD

La RV può essere un valido strumento terapeutico per i t.o. soprattutto nelle fasi iniziali dei percorsi riabilitativi poiché, grazie alla RV è possibile intervenire creando un ambiente virtuale personalizzato e stimolante per ogni paziente, in questi ambienti virtuali è possibile scegliere quali stimoli sensoriali introdurre ed è possibile modificarli in tempo reale; è possibile scegliere quali caratteristiche dell'ambiente reale riprodurre o modificare, è possibile decidere con chi e con cosa il paziente può interagire inoltre è possibile aumentare o diminuire il livello di difficoltà dei compiti assegnati. Questo tipo di approccio non mira a sostituire in modo utopistico l'ambiente reale con quello virtuale, ma mira a velocizzare e semplificare l'acquisizione di competenze e abilità. Grazie alla RV è possibile

far svolgere ai pazienti con ASD molte volte la stessa attività di vita quotidiana eliminando la necessità di spostarsi dalla struttura di riabilitazione o dal domicilio per raggiungere il contesto in cui svolgere attività come supermercati, attraversamenti pedonali, scuole guida. Quando i pazienti con ASD hanno sviluppato le competenze necessarie per svolgere in autonomia una attività di vita quotidiana i t.o possono verificare in contesti reali se le competenze apprese sono state trasferite e proseguire il percorso riabilitativo tramite le modalità di intervento classiche.

L'utilizzo della RV abbinata a software specifici consente di monitorare in ogni seduta i miglioramenti dei pazienti per avere una visione chiara dei progressi e delle difficoltà incontrate dai pazienti; ciò permette di intervenire in modo mirato e specifico.

Attualmente non esistono protocolli di intervento specifici per la RV, allo stesso modo non esistono indicazioni chiare e definite rispetto alle competenze di base richieste alle persone con ASD per beneficiare di più dell'utilizzo della RV.

La RV può essere utilizzata in un percorso riabilitativo multidisciplinare poiché viene utilizzata da Psicologi, Fisioterapisti e Logopedisti con finalità diverse rispetto a quelle dei t.o.; quindi utilizzando la stessa RV vari professionisti possono raggiungere diversi obiettivi riabilitativi.

L'attuale conoscenza scientifica sull'efficacia della RV nel trattamento dell'ASD è molto limitata. Per fare progressi in questo campo, è necessario sviluppare dei protocolli standardizzati che possano essere seguiti da ricercatori e clinici permettendo il confronto dei dati ottenuti. È importante anche avere strumenti di valutazione standardizzati per misurare in modo coerente e univoco i risultati. Inoltre, sono necessari più studi RCT che coinvolgano un numero maggiore di partecipanti, con valutazioni di follow up a distanza di settimane o mesi al fine di ottenere raccomandazioni basate su prove più solide e dettagliate e valutazioni accurate riguardanti il transfer in contesti reali delle abilità apprese.

La comunità dei t.o. dovrebbe partecipare attivamente alla produzione e al miglioramento delle evidenze scientifiche poiché la RV rappresenta un mezzo terapeutico con grandi potenzialità per la nostra professione.



## BIBLIOGRAFIA

- 1) American Psychiatric Association. (1980). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (3rd ed.) USA.
- 2) Rosen, N.E., Lord, C. & Volkmar, F.R. The Diagnosis of Autism: From Kanner to DSM-III to DSM-5 and Beyond. *J Autism Dev Disord* **51**, 4253–4270 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04904-1>
- 3) Siegel B, Pliner C, Eschler J, Elliott GR. (1988) How children with autism are diagnosed: difficulties in identification of children with multiple developmental delays. *J Dev Behav Pediatr.* Aug;9(4):199-204. PMID: 2464003.
- 4) Waterhouse, L., Morris, R., Allen, D. et al. (1996) Diagnosis and classification in autism. *J Autism Dev Disord* **26**, 59–86 <https://doi.org/10.1007/BF02276235>
- 5) Tambelli R. Manuale di psicopatologia dell'infanzia. Brossura, 978-88-15-27210-2. 2017
- 6) American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- 7) Rosen NE, Lord C, Volkmar FR. (2021) The Diagnosis of Autism: From Kanner to DSM-III to DSM-5 and Beyond. *J Autism Dev Disord.* 2021 Dec;51(12):4253-4270. doi: 10.1007/s10803-021-04904-1. Epub 2021 Feb 24. PMID: 33624215; PMCID: PMC8531066.
- 8) Hodges H, Fealko C, Soares N. (2020) Autism spectrum disorder: definition, epidemiology, causes, and clinical evaluation. *Transl Pediatr* 2020;9(Suppl 1):S55-S65. doi: 10.21037/tp.2019.09.09
- 9) Presidenza del Consiglio dei Ministri (2018), Aggiornamento delle linee di indirizzo per la promozione ed il miglioramento della qualità e dell'appropriatezza degli interventi assistenziali nei Disturbi dello Spettro Autistico. Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.trovanorme.salute.gov.it/norme/renderNormsanPdf?anno=2018&codLeg=66884&parte=1%20&serie=null>
- 10) Osservatorio Nazionale Autismo (2016), Disponibile on-line all'indirizzo: <https://osservatorionazionaleautismo.iss.it/osservatorio-nazionale-per-il-monitoraggio-dei-disturbi-dello-spettro-autistico>
- 11) World Health Organization (2023), Autism. Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- 12) Case-Smith J, Arbesman M. (2008) Evidence-based review of interventions for autism used in or of relevance to occupational therapy. *Am J Occup Ther.* 2008 Jul-Aug;62(4):416-29. doi: 10.5014/ajot.62.4.416. PMID: 18712004.
- 13) Rogers, S. J., & Dawson, G. (2010). Early Start Denver Model for young children with autism: Promoting language, learning, and engagement. The Guilford Press.

- 14) CAOT (2015), CAOT Position Statement: Autism spectrum disorders and occupational therapy. Disponibile on-line all'indirizzo: <https://caot.ca/document/3656/autism.pdf>
- 15) LaValle, Virtual Reality, (2019), Cambridge University Press (LaValle, 2019)  
<http://lavalle.pl/vr/>
- 16) Karami B, Koushki R, Arabgol F, Rahmani M and Vahabie A-H (2021) Effectiveness of Virtual/Augmented Reality–Based Therapeutic Interventions on Individuals With Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Meta-Analysis. *Front. Psychiatry* 12:665326. doi: 10.3389/fpsy.2021.665326
- 17) Pandey, V., & Vaughn, L. (2021). The Potential of Virtual Reality in Social Skills Training for Autism: Bridging the Gap Between Research and Adoption of Virtual Reality in Occupational Therapy Practice. *The Open Journal of Occupational Therapy*, 9(3), 1-12. <https://doi.org/10.15453/2168-6408.1808>
- 18) Gillespie-Lynch, K., Kapp, S. K., Shane-Simpson, C., Smith, D. S., & Hutman, T. (2014). Intersections between the autism spectrum and the internet: Perceived benefits and preferred functions of computer-mediated communication. *Intellectual and Developmental Disabilities*, 52(6), 456–469. <https://doi.org/10.1352/1934-9556-52.6.456>
- 19) Laurie, M. H., Warreyn, P., Uriarte, B. V., Boonen, C., & Fletcher-Watson, S. (2018). An international survey of parental attitudes to technology use by their autistic children at home. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(4), 1517– 1530. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3798-0>
- 20) Valencia(2019). The impact of technology on people with autism spectrum disorder: A systematic literature review. *Sensors*, 19(20), 4485. <https://doi.org/10.3390/s19204485>
- 21) Richard E. Mayer, Roxana Moreno, A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles (1998). Disponibile on-line all'indirizzo: <https://esoluk.co.uk/calling/pdf/chi.pdf>
- 22) L. Lamash, E. Klinger and N. Josman, (2017) "Using a virtual supermarket to promote independent functioning among adolescents with Autism Spectrum Disorder," 2017 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR), Montreal, QC, Canada, 2017, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICVR.2017.8007467.
- 23) A. Adjorlu, E. R. Høeg, L. Mangano and S. Serafin, (2017) "Daily Living Skills Training in Virtual Reality to Help Children with Autism Spectrum Disorder in a Real Shopping Scenario," 2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct), Nantes, France, 2017, pp. 294-302, doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2017.93.

- 24) Cox DJ, Brown T, Ross V, Moncrief M, Schmitt R, Gaffney G, Reeve R. (2017) Can Youth with Autism Spectrum Disorder Use Virtual Reality Driving Simulation Training to Evaluate and Improve Driving Performance? An Exploratory Study. *J Autism Dev Disord.* 2017 Aug;47(8):2544-2555. doi: 10.1007/s10803-017-3164-7. PMID: 28540452.
- 25) Joshua Wade, Lian Zhang, Dayi Bian, Jing Fan, Amy Swanson, Amy Weitlauf, Medha Sarkar, Zachary Warren, and Nilanjan Sarkar. (2016). A Gaze-Contingent Adaptive Virtual Reality Driving Environment for Intervention in Individuals with Autism Spectrum Disorders. *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.* 6, 1, Article 3 (May 2016), 23 pages. <https://doi.org/10.1145/2892636>
- 26) Saiano, M., Pellegrino, L., Casadio, M. et al. (2015) Natural interfaces and virtual environments for the acquisition of street crossing and path following skills in adults with Autism Spectrum Disorders: a feasibility study. *J NeuroEngineering Rehabil* 12, 17 (2015). <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0010-z>
- 27) Almazaydeh, Laiali & Almohtadi, Reham & Abuhelaleh, Mohammed & Tawil, Arar. (2022). Virtual reality technology to support the independent living of children with autism. *International Journal of Electrical and Computer Engineering.* 12. 4111-4117. 10.11591/ijece.v12i4.pp4111-4117.
- 28) Simões M, Bernardes M, Barros F, Castelo-Branco M (2018) Virtual Travel Training for Autism Spectrum Disorder: Proof-of-Concept Interventional Study  
*JMIR Serious Games* 2018;6(1):e5 doi: 10.2196/games.8428
- 29) Smith MJ, Ginger EJ, Wright K, Wright MA, Taylor JL, Humm LB, Olsen DE, Bell MD, Fleming MF. (2014) Virtual reality job interview training in adults with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord.* 2014 Oct;44(10):2450-63. doi: 10.1007/s10803-014-2113-y. PMID: 24803366; PMCID: PMC4167908.