
Progettazione e Training con Serious Game in ambiente riabilitativo per potenziare le funzioni esecutive nel Disturbo dello Spettro Autistico

Riccardo Manganiello

TNPEE, Centro Medico Riabilitativo Pompei, Napoli

Ersilia Vallefucio

PhD in Information Technology and Electrical Engineering, Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologia dell'Informazione, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli

Giovanna Gison

Dott. in Psicologia, TNPEE, Professore a contratto, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, coord. Centro Medico Riabilitativo Pompei, Napoli

Luigi Vitiello

Ingegnere biomedico, Napoli

Sommario

Studi recenti evidenziano che training virtuali, basati su Serious Game, comportano in bambini con Disturbo dello Spettro Autistico un miglioramento delle funzioni esecutive e di altre abilità (comunicative, motorie e sociali). L'obiettivo del presente lavoro consiste nella progettazione, sviluppo e implementazione di un Serious Game personalizzato in un training riabilitativo per potenziare le funzioni esecutive, specialmente le capacità attentive, e favorire processi di generalizzazione e di trasferimento delle abilità apprese dal virtuale al reale in bambini con Disturbo dello Spettro Autistico. Lo studio è stato realizzato in collaborazione con il Dipartimento di Salute Mentale e Fisica e Medicina Preventiva dell'Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, con il Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologie dell'Informazione dell'Università degli Studi di Napoli Federico II e con il Centro Medico Riabilitativo Pompei. Il gruppo multidisciplinare creatosi, composto da psicologi, terapisti della neuro e psicomotricità dell'età evolutiva e ingegneri biomedici, ha delineato un protocollo sperimentale di tre fasi per lo studio. Nella prima fase, è stata realizzata una prima esperienza reale per valutare le abilità di base dei partecipanti arruolati nello studio. Successivamente, è stato avviato il training con il Serious Game e a fine training, per valutare i possibili miglioramenti del training virtuale, è stata ripetuta l'esperienza reale. Lo studio ha arruolato 9 bambini con Disturbo dello Spettro Autistico (di età compresa tra 6 e 14 anni), sia maschi sia femmine. Alla baseline e a fine training, i partecipanti hanno eseguito il Test delle Campanelle Modificato e le variazioni in altri domini sono state valutate tramite una specifica scheda di osservazione basata sull'ICF-CY. Il Serious Game è stato sviluppato tramite Unity (2020.3.11f1 64-bit). Dall'analisi degli outcome pre e post-training, sono stati evidenziati miglioramenti statisticamente significativi. Tuttavia, studi futuri sono necessari per validare l'efficacia clinica del training proposto.

Parole chiave

Disturbo dello Spettro Autistico, Serious Game, Funzioni Esecutive, TNPEE, Ingegneria Biomedica.

Serious Game: cenni storici, definizione e caratteristiche

Per gioco si intende un'attività di intrattenimento volontaria e intrinsecamente motivata, svolta da adulti, bambini, o animali, a scopo ricreativo e sociale, in cui non necessariamente devono essere previste regole fisse. In questo differisce il gioco da un Serious Game (SG): quest'ultimo, oltre a essere un'attività chiaramente strutturata nel tempo, con un inizio e una fine, è anche rigorosamente caratterizzato da regole che il giocatore è costretto a utilizzare per il raggiungimento dell'obiettivo finale.

Ecco alcuni aspetti di fondamentale importanza per la realizzazione di un SG:

- il gioco può essere divertente all'interno del gioco stesso. I giocatori dovrebbero avere l'occasione di esplorare liberamente il gioco senza temere le conseguenze;
- il gioco deve avere dei livelli di difficoltà variabili. Non deve dimostrarsi troppo banale per gli utenti più bravi e tantomeno deve essere eccessivamente difficoltoso per chi invece è meno pratico;
- secondo Bruner attraverso il pensiero narrativo gli esseri umani organizzano e gestiscono la loro conoscenza del mondo, anzi strutturano la loro stessa esperienza (Bruner, 1957). L'elemento narrativo ricopre un ruolo fondamentale per suscitare curiosità nel giocatore;
- i fattori sociali, demografici e l'intrattenimento contribuiscono al coinvolgimento dell'utente;
- è importante capire l'età e il sesso dei soggetti a cui è rivolto. Per i maschi i giochi di competitività, di azione e sportivi risconteranno sicuramente più successo e piacere. Per le femmine, invece, ci sarà più interesse per giochi in cui prevale l'enigma educativo e verbale (Schell, 2008).

Un altro importante aspetto per la realizzazione di un SG consiste nel creare diverse strategie per il raggiungimento di un obiettivo del gioco stesso. Infine, i SG non devono essere confusi con altre forme di gioco.

Esistono numerose definizioni di Serious Game e da una attenta disamina possiamo stabilire che sono simulazioni interattive con l'aspetto e la struttura di un vero e proprio videogioco, la cui finalità è quella di sviluppare specifiche competenze e abilità nel giocatore, e/o di accrescere la sua conoscenza su temi specifici. Tutti gli autori sono concordi nello stabilire che in tali simulazioni gli aspetti ludici e ricreativi del gioco vengono posti in secondo piano, ma senza essere trascurati in quanto necessari affinché il giocatore sia fortemente stimolato a proseguire il gioco nel corso del tempo.

Il loro utilizzo può avere molteplici campi applicativi: formazione e insegnamento; attività motoria; interazione sociale.

I giochi a scopo formativo hanno origini antiche, la cui traccia risale alla corte di Carlo Magno grazie all'intuizione del monaco inglese Alcuino da York, il quale intuì che la strada più semplice per l'insegnamento fosse quella di creare dei problemi e dei giochi stimolanti per ricevere la giusta attenzione da parte dei bambini.

Altre tracce dell'uso del gioco formativo si trovano nelle simulazioni in ambito bellico a opera prima di un ufficiale dell'esercito prussiano (Schuurman, 2017) e in seguito negli Stati Uniti, negli anni Cinquanta del Novecento.

Con il progredire della tecnologia, i Serious Game hanno subito una continua evoluzione, diventando anche oggetto di ricerca scientifica di varie discipline, che vanno dall'ingegneria alla psicologia.

Parallelamente all'evoluzione degli scopi e degli ambiti applicativi, anche la classificazione dei Serious Game è stata oggetto di studio e sistematizzazione. Il modello di classificazione di Sawyer and Smith risulta essere a oggi uno dei più completi ed esaustivi: ponendo nella prima riga della tabella le categorie dei giochi (Giochi per la salute, Giochi per la formazione, Giochi per l'educazione, Giochi per la scienza e la ricerca, Giochi per la produzione e Giochi per il lavoro) e incrociandole con la prima colonna contenente le industrie che realizzano i SG, si riesce a classificare in maniera dettagliata il lavoro svolto dagli sviluppatori dei SG (Figura 1).

	Games for Health	Advergames	Games for Training	Games for Education	Games for Science and Research	Production	Games as Work
Government & NGO	Public Health Education & Mass Casualty Response	Political Games	Employee Training	Inform Public	Data Collection / Planning	Strategic & Policy Planning	Public Diplomacy, Opinion Research
Defense	Rehabilitation & Wellness	Recruitment & Propaganda	Soldier/Support Training	School House Education	Wargames / planning	War planning & weapons research	Command & Control
Healthcare	Cybertherapy / Exergaming	Public Health Policy & Social Awareness Campaigns	Training Games for Health Professionals	Games for Patient Education and Disease Management	Visualization & Epidemiology	Biotech manufacturing & design	Public Health Response Planning & Logistics
Marketing & Communications	Advertising Treatment	Advertising, marketing with games, product placement	Product Use	Product Information	Opinion Research	Machinima	Opinion Research
Education	Inform about diseases/risks	Social Issue Games	Train teachers / Train workforce skills	Learning	Computer Science & Recruitment	P2P Learning Constructivism Documentary?	Teaching Distance Learning
Corporate	Employee Health Information & Wellness	Customer Education & Awareness	Employee Training	Continuing Education & Certification	Advertising / visualization	Strategic Planning	Command & Control
Industry	Occupational Safety	Sales & Recruitment	Employee Training	Workforce Education	Process Optimization Simulation	Nano/Bio-tech Design	Command & Control

Fig. 1 Modello di Sawyer e Smith.

Molti studi dimostrano come l'uso dei SG possa apportare diversi benefici, come:

- miglioramenti per le capacità cognitive dell'apprendimento;
- l'umore del giocatore risulta sicuramente migliorato rispetto ai tradizionali metodi utilizzati (Lamb, Annetta, Firestone and Etopio, 2018). I giocatori hanno dato feedback positivi con l'apprendimento assistito del SG;
- la pedagogia assistita fornisce un apprendimento flessibile al giocatore, che può scegliere il luogo e il tempo ritenuti più opportuni per imparare, senza essere limitati a orari e luoghi poco graditi (Garneli, Giannakos e Chorianopoulos, 2017);
- maggior coinvolgimento nel processo di apprendimento: i risultati di alcuni studi mostrano che i giocatori, con l'utilizzo del SG, hanno ottenuto punteggi migliori di apprendimento rispetto ai metodi tradizionali (Bakhuys Roozeboom, Visschedijk e Oprins, 2017). Inoltre, l'utilizzo dei SG porta il giocatore a un coinvolgimento tale da migliorare significativamente quelli che possono essere i tempi di attenzione;
- l'uso dei SG si mostra efficace per migliorare competenze di comunicazione interculturale e sociale (Guillén-Nieto e Aleson-Carbonell, 2012);
- i giocatori sono in grado di valutare i loro progressi in real time; infatti, grazie al feedback immediato del gioco possono autonomamente capire i progressi e le migliorie acquisite.

È importante però ricordare che i SG sono pur sempre dei videogame e in quanto tali il loro uso sproporzionato può causare effetti indesiderati, come problemi fisici, sedentarietà, comportamenti aggressivi e dipendenza. Quindi è sempre consigliato farne il giusto utilizzo senza mai eccedere nei tempi.

Serious Game nel disturbo dello spettro autistico

Il Disturbo dello Spettro Autistico (*Autism Spectrum Disorder, ASD*) è un disturbo del neurosviluppo, caratterizzato da un'ampia eterogeneità clinica e dalla presenza di deficit persistente nella comunicazione e nell'interazione sociale in molteplici contesti e da pattern di comportamenti, interessi o attività ristretti e ripetitivi (APA, 2013).

Negli ultimi anni diversi studi hanno ampliato la conoscenza di nuovi scenari per la diagnosi e il trattamento delle persone con ASD. In particolare, i computer e gli strumenti tecnologici hanno mostrato, nello sviluppo generale delle abilità e nell'apprendimento con i bambini con ASD, grandi miglioramenti. In tale ambito, è possibile classificare i SG in base a due principali finalità: educazione e terapia.

Gli studi fino a oggi realizzati hanno indagato e valutato l'utilizzo di SG come strumento, da affiancare ai trattamenti tradizionali, per favorire il potenziamento della

comunicazione, del processo di apprendimento, del comportamento sociale, le abilità psicomotorie e specifiche funzioni esecutive (FE) in persone con ASD.

Il disegno di studio

Obiettivi e caratteristiche generali

Il presente studio si pone l'obiettivo di valutare se un training riabilitativo realizzato con un Serious Game possa migliorare le Funzioni Esecutive in bambini con Disturbo dello Spettro Autistico.

Lo specifico obiettivo del gioco realizzato è stato individuato da un'equipe multidisciplinare composta da: una psicologa clinica esperta di Disturbi dello Spettro Autistico, Terapisti della neuro e psicomotricità dell'età evolutiva (TNPEE) e ingegneri biomedici.

Le figure coinvolte hanno portato avanti il lavoro grazie a una collaborazione con il Dipartimento di Salute Mentale e Fisica e Medicina Preventiva dell'Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli. La parte sperimentale si è tenuta presso il Centro Medico Riabilitativo Pompei S.r.l. Lo studio è approvato dal Comitato Etico dell'Università degli Studi Federico II.

Campione

Sono stati selezionati nove bambini con diversi livelli di severità di ASD, definiti dal DSM-5 (APA, 2013), appartenenti tutti a una fascia di età compresa tra i 6 e i 14 anni.

La selezione dei partecipanti è stata effettuata stabilendo alcune linee guida di inclusione ed esclusione.

Hanno costituito criterio di esclusione: presenza di gravi patologie genetico-degenerative; presenza di gravi disabilità neurosensoriali; presenza di gravi complicanze internistiche.

Hanno costituito criterio di inclusione: diagnosi di ASD in base ai criteri del DSM-5; età compresa tra i 6 e i 14 anni; natività italiana; concordanza tra obiettivi del Piano Riabilitativo Integrato e obiettivi del training; acquisizione del consenso informato liberamente concesso e acquisito prima dell'inizio dello studio da parte dei genitori del paziente.

In base ai criteri di inclusione ed esclusione raccolti, sono stati selezionati nove bambini, le cui principali caratteristiche sono sintetizzate in Tabella 1.

TABELLA 1
Caratteristiche dei partecipanti selezionati

PARTECIPANTE	SESSO	ETÀ	LIVELLO DI SEVERITÀ
P1	F	8 anni	2
P2	M	6 anni	2
P3	M	7 anni	2
P4	M	11 anni	1
P5	F	13 anni	3
P6	M	6 anni	2
P7	M	9 anni	2
P8	M	6 anni	1
P9	F	7 anni	2

Dalla Tabella 1 si evince che:

- il 67% dei partecipanti è di sesso maschile
- il 33% dei partecipanti è di sesso femminile
- l'età media dei partecipanti è di 8 anni
- il 22% dei partecipanti ha un livello di severità del disturbo pari a 1
- il 67% dei partecipanti ha un livello di severità del disturbo pari a 2
- l'11% dei partecipanti ha un livello di severità del disturbo pari a 3.

Modalità e tempi di lavoro

Il gruppo multidisciplinare ha elaborato un'analisi di background volta a valutare le soluzioni già disponibili in commercio e quelle sviluppate nella ricerca; successivamente ha identificato:

- *target audience*: bambini con ASD di età compresa tra 6-14 anni.
- *scopo dello studio*: valutare se un training riabilitativo, realizzato con SG personalizzato, possa, in bambini con ASD, non solo migliorare FE specifiche, specialmente le capacità attentive, ma favorire anche processi di generalizzazione e di trasferimento delle abilità apprese dal virtuale al reale.

Il protocollo sperimentale, delineato dall'équipe, ha previsto tre fasi principali:

- Fase T_0 (pre-training riabilitativo)
- Fase T_1 (training riabilitativo): allenamento con il SG e attività nel reale
- Fase T_2 (post-training riabilitativo): valutazione delle possibili variazioni rispetto a baseline. Questa fase è supportata anche da una valutazione delle capacità attentive tramite test psicometrico.

Tale protocollo ha previsto, per ogni partecipante arruolato, due sessioni di gioco a settimana per 3 settimane.

Il training virtuale con il SG consisteva nell'individuare all'interno di una stanza, che ricrea fedelmente la stanza reale dove i bambini svolgono attività di terapia, determinati oggetti. Oltre agli oggetti richiesti erano presenti nella stanza virtuale anche oggetti distrattori.

Successivamente alla sessione di gioco, il protocollo ha previsto anche un'esperienza di ricerca degli oggetti nel reale, per investigare il livello di generalizzazione dei partecipanti rispetto all'attività proposta. Gli oggetti da ricercare nella stanza reale erano gli stessi oggetti proposti all'interno del gioco, collocati anche nella stessa posizione.

La valutazione delle competenze alla baseline del partecipante

Come anticipato nel paragrafo precedente, la valutazione delle competenze base del profilo dei partecipanti è stata supportata dall'utilizzo di test psicometrici nel reale, selezionati in base alla somministrabilità ai partecipanti dello studio. Tra gli strumenti psicometrici disponibili l'equipe ha selezionato il Test delle Campanelle Modificato (TCM in Biancardi, Stoppa, 1997) e la Scheda di Osservazione (SO in Gison, Vallefuoco e Pepino, 2019). Il primo test consiste in una prova di attenzione selettiva e sostenuta che fornisce indicazioni su rapidità e accuratezza della performance nei primi 30 secondi di ricerca e nei totali 120 secondi delle tavole. La Scheda di Osservazione, invece, consente l'individuazione dei punti di forza, delle aree deficitarie e delle competenze emergenti del profilo di sviluppo del bambino. Questo strumento funge da orientamento per il Terapista della neuro e psicomotricità dell'età evolutiva nell'individuazione di strategie facilitanti e di obiettivi terapeutici, favorendo così l'organizzazione e la valutazione dell'efficacia dell'intervento (Gison, Vallefuoco e Pepino, 2019).

Analisi e discussione dei risultati

L'obiettivo del presente studio è di valutare se un training riabilitativo, realizzato tramite SG, è in grado di potenziare le FE in bambini con ASD.

La squadra multidisciplinare, costituita da clinici e ingegneri biomedici, dopo aver progettato un primo protocollo sperimentale, ha sviluppato un SG mirato ad allenare le abilità attentive.

Nel complesso, i risultati preliminari e il feedback dei partecipanti sono positivi.

Tutti i bambini si sono messi alla prova al meglio delle loro capacità e hanno mostrato un grande interesse generale per la sperimentazione. Analizzando i dati riportati nei paragrafi precedenti, è possibile fare un'analisi delle prestazioni generali dei partecipanti.

Nella fase T_0 , ovvero nella fase antecedente al training riabilitativo con il SG, solo tre partecipanti su nove sono riusciti a raggiungere l'obiettivo richiesto senza ricevere alcuna facilitazione da parte del terapista. Per i restanti, invece, sono state necessarie diverse facilitazioni per il corretto raggiungimento dell'obiettivo. Resta il fatto che per tutti i partecipanti sono stati registrati tempi medi e lunghi di ricerca.

Nella fase T_1 , ovvero la fase in cui inizia il training riabilitativo, già dalla prima sessione i partecipanti hanno mostrato segnali positivi alla richiesta iniziale di gioco. Infatti, sia con il livello 1 del SG, sia con l'attività eseguita nella ricerca degli oggetti nella stanza reale, i partecipanti hanno avuto bisogno di un numero inferiore di facilitazioni (2 con il SG e 3 nel reale) rispetto alla fase T_0 , nonostante il numero di oggetti da cercare fosse lo stesso. Anche i tempi di gioco della sessione 1 hanno evidenziato performance migliori rispetto alla fase precedente T_0 .

Nella sessione 2 della fase T_1 i partecipanti hanno mostrato di aver migliorato la comprensione delle dinamiche di gioco. Infatti, confrontando i tempi medi di ritrovamento degli oggetti nella sessione 1 con quelli della sessione 2, nonostante la ricerca degli oggetti da cercare fosse aumentata di una unità, si sono registrati tempi medi di gioco inferiori. In questa sessione, sono state inoltre registrate diminuzioni nel numero di facilitazioni fornite (da 3 a 1).

Nella sessione 3 della fase T_1 è emerso un aspetto significativo per la P5, ovvero per la bambina con il livello di severità del disturbo più grave rispetto agli altri 8 partecipanti. Infatti, confrontando i grafici, è possibile notare che, per la prima volta, la P5 è riuscita nella ricerca degli oggetti nella stanza reale con la sola facilitazione verbale, mostrando di aver appreso le dinamiche di gioco. La P5 ha svolto due volte la sessione 1 e due volte la 2 quindi, nella sessione 3, ha eseguito la sua quinta seduta di training riabilitativo con il SG. Questo risultato suggerisce che bambini con un livello di severità elevato potrebbero richiedere un arco temporale maggiore per il training.

Nella sessione 4 della fase T_1 , i partecipanti, nonostante la difficoltà del livello 4 di gioco, sono riusciti a raggiungere l'obiettivo finale con performance positive. Infatti, solo un bambino su otto ha avuto bisogno di una facilitazione verbale da parte del terapista. Anche nella ricerca degli oggetti nella stanza reale sono emersi segnali positivi.

Nella sessione 5 della fase T_1 , tutti i bambini, durante l'esecuzione del SG, sono riusciti a raggiungere l'obiettivo di gioco senza alcun tipo di facilitazione, mostrandosi tutti estremamente attenti e coinvolti nella ricerca degli oggetti desiderati. Alcune dif-

ficoltà sono emerse, invece, nella ricerca degli oggetti nella stanza reale: 4 partecipanti su 8 sono riusciti a svolgere l'attività di ricerca autonomamente, mentre gli altri quattro, mostrando segnali di frustrazione per il ritrovamento del sesto e ultimo oggetto, hanno necessitato di una facilitazione da parte del terapista.

Nella fase T_2 , ovvero nella fase post training riabilitativo con il SG, sette partecipanti su nove sono riusciti a raggiungere l'obiettivo richiesto, senza ricevere alcuna facilitazione da parte del terapista e con tempi di ricerca inferiori rispetto alla pre-training. Dal confronto delle prestazioni della fase T_0 e della fase T_2 sono emerse differenze di tempi medi significativi. Otto partecipanti su nove hanno ridotto, di almeno il 50%, i tempi medi di ricerca degli oggetti richiesti. Anche le facilitazioni date nella fase T_2 risultano essere nettamente inferiori rispetto alla fase T_0 . Infatti, in questa fase, solo la P1 e la P5 hanno necessitato di una facilitazione (prompt visivo). Nello specifico, la P5 ha mostrato in ogni caso miglioramenti rispetto alla fase T_0 , in cui ha raggiunto l'obiettivo finale solo dopo aver avuto un prompt fisico da parte del terapista.

Tutti questi aspetti mostrano che il training riabilitativo con il SG si è mostrato efficiente per il miglioramento di alcune funzioni esecutive dei partecipanti. Infatti, dal confronto sia dei risultati ottenuti dal TCM pre e post-training, sia dai risultati ottenuti dal *Wilcoxon paired test*, è possibile affermare il raggiungimento di dati statisticamente significativi sul miglioramento della FE dell'attenzione dei partecipanti. Dal confronto, invece, dei risultati ottenuti dalla SO nella fase T_0 e nella fase T_2 , è possibile affermare di aver raggiunto dati statisticamente significativi per il miglioramento di cinque item su sette:

- acquisire concetti
- focalizzare l'attenzione
- camminare
- intraprendere un compito singolo
- controllare il proprio comportamento.

Riflessioni conclusive e prospettive di studio

L'obiettivo iniziale dello studio è stato quello di valutare se un training riabilitativo realizzato con SG personalizzato possa, in bambini con ASD, migliorare le Funzioni Esecutive e, in particolare, la abilità attentive. Dai risultati ottenuti e discussi nel paragrafo precedente, è possibile affermare di aver ottenuto risultati incoraggianti in relazione alle componenti esaminate e misurate pre e post attraverso la somministrazione di strumenti psicometrici.

Il SG è stato progettato in modo tale da comportare un basso costo complessivo, azzerando i costi associati agli strumenti di sviluppo e adottando validi software gratuiti

e open source. Questa scelta ha favorito la manutenibilità del software prodotto, ma non ha ridotto i tempi di sviluppo, dato che, non avendo accesso ai modelli 3D a pagamento, si sono dovute modellare tutte le componenti dello scenario.

Il prototipo non è privo di criticità. Infatti, dalle varie sessioni di gioco condotte, sono emersi aspetti che potranno essere migliorati in lavori futuri. Nello specifico, per i bambini con un livello di severità più grave del disturbo, devono essere implementati livelli di gioco iniziali più semplici, inserendo inizialmente meno oggetti di confusione e ripetendo, in più sessioni, il ritrovamento di uno o al massimo due oggetti di ricerca, permettendo così di comprendere, con sessioni più semplici, le dinamiche del gioco. Sarebbe interessante aggiungere, sempre per i bambini con ASD a basso funzionamento, un'ulteriore semplificazione. Infatti, probabilmente l'inserimento di un avatar che aiuti a segnalare gli oggetti da cercare o che guidi il giocatore nella ricerca, potrebbe rivelarsi utile per l'attenzione del partecipante nei livelli di gioco più difficili.

Nonostante i risultati preliminari incoraggianti, l'attuale studio ha presentato alcune limitazioni dovute alla sua natura esplorativa. Le dimensioni ridotte del campione hanno limitato la generalizzazione e l'analisi dello studio alle differenze nella gamma di miglioramenti tra i tre livelli di gravità dell'ASD. I partecipanti con ASD di livello di gravità 3, rispetto ai pazienti di livello di gravità 2 o 1, per ottenere miglioramenti potrebbero aver bisogno di un training più lungo. Inoltre, i risultati del training basato sul SG sono stati studiati in un lasso temporale a breve termine; quindi, non è chiaro se i miglioramenti ottenuti si manterranno nel tempo.

Pertanto, in futuro, allo studio condotto dovranno essere arruolati altri bambini con ASD con un gruppo di controllo e dovrà essere ulteriormente valutato il numero di sessioni di training riabilitative da condurre, così da poter effettuare un'analisi di efficacia clinica sul miglioramento delle FE.

Infine, si auspica la possibilità di indagare in che misura l'utilizzo del training con Serious Game in bambini con diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico sia in grado di favorire anche processi di generalizzazione e di trasferimento delle abilità apprese dal virtuale al reale.

Abstract

Recent studies evidenced that virtual reality training based on Serious Games produces improvement in executive functions and other skills (communication, motor, and social) in children having an Autism spectrum disorder (ASD) diagnosis. This study is aimed at designing, developing and implementing a personalized Serious Game in rehabilitative training in order to strengthen executive functions, especially attention skills, and support the process of generalizing and transferring the virtual skills into reality skills with ASD children.

The study was achieved in collaboration with the Department of Mental and Physical Health and Preventive Medicine at the Università degli Studi Luigi Vanvitelli in Campania, with the Department

of Elettronical Engineering and Information Technology of the Università degli Studi di Napoli Federico II and with the Centro Medico Riabilitativo (Medical Rehabilitation Center) in Pompei. The multidisciplinary group, composed of psychologists, developmental neuro and psychomotor therapists, and biomedical engineers, drafted a three-phase experimental protocol for the study. The first phase consisted in a first real experience for evaluating the basic skills of participants enrolled in the study. Training with a Serious Game was then initiated. The final phase repeated the real experience in order to evaluate eventual improvement due to the virtual training. The study recruited nine male and female children from the age of 6 to 14 having an ASD diagnosis. Participants were administered the Modified Bells Test at the beginning and at the end of training. A specific observation protocol, based on ICF-CY, was applied to assess variations in other areas. The Serious Game was developed by means of Unity (2020.3.11f1 64-bit). A statistically significant improvement was evidenced in the pre and post training analysis. Future studies are necessary, however, for validating the training's clinical effectiveness.

Keywords

Autistic Spectrum Disorder, Serious Game, Executive Functions, Developmental neuro and psychomotor therapist (TNPEE), Biomedical engineering.

Bibliografia

- Abt C.C. (1987), *Serious games*, University Press of America.
- APA (2013), *DSM-5 Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, Fifth Edition, American Psychiatric Publishing, Washington, DC. Trad. it., *DSM-5: Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*, Milano, Raffaello Cortina Editore. Traduzione italiana della Quinta edizione di Francesco Saverio Bersani, Ester di Giacomo, Chiarina Maria Inganni, Nidia Morra, Massimo Simone, Martina Valentini.
- Bakhuys Roozeboom M., Visschedijk G. e Oprins E. (2017), *The effectiveness of three serious games measuring generic learning features*, «British Journal of Educational Technology», vol. 48, n. 1, pp. 83-100, doi: 10.1111/BJET.12342.
- Bellotti F. et al. (2014), *Designing Serious Games for Education: from Pedagogical principles to Game Mechanisms*, «Proceedings of the 5th European Conference on Games Based Learning», vol. 2, pp. 1-9.
- Djaouti D., Alvarez J., Jessel J. e Rampnoux O. (2011), *Origins of Serious Games*, «Serious Games and Edutainment Applications», pp. 25-43, doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_3
- Garneli V., Giannakos M. e Chorianopoulos K. (2017), *Serious games as a malleable learning medium: The effects of narrative, gameplay, and making on students' performance and attitudes*, «British Journal of Educational Technology», vol. 48, n. 3, pp. 842-859, doi: 10.1111/BJET.12455.
- Gison G., Vallefuoco E. e Pepino A. (2019), *Piattaforma digitale per la progettazione degli interventi nel disturbo dello spettro autistico SUPER (Sistema Unitario in una Piattaforma Educativa e Riabilitativa)*, «Rivista Digitale Anupi TNPEE», vol. 1, n. 1, pp. 27-41.
- Guillén-Nieto V. e Aleson-Carbonell M. (2012), *Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal!*, «Computers & Education», vol. 58, n. 1, pp. 435-448, doi: 10.1016/j.compedu.2011.07.015.
- Lamb R.L., Annetta L., Firestone J. e Etopio E. (2018), *A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations*, «Computers in Human Behavior», vol. 80, pp. 158-167, doi: 10.1016/j.chb.2017.10.040.

- Liarokapis F. e De Freitas S. (2009), *A case study of augmented reality serious games*, «Looking Toward the Future of Technology-Enhanced Education: Ubiquitous Learning and the Digital Native» pp. 178-191, doi: 10.4018/978-1-61520-678-0.CH010.
- Mildner P. e Floyd' Mueller F. (2016), *Design of Serious Games*, «Serious Games», pp. 57-82, doi: 10.1007/978-3-319-40612-1_3.
- Ritterfeld U., Cody M. e Vorderer P. (2009), *Serious games: Mechanisms and effects*, «Serious Games: Mechanisms and Effects», pp. 1-530, doi: 10.4324/9780203891650.
- Schuurman P. (2017), *Models of war 1770-1830: The birth of wargames and the trade-off between realism and simplicity*, vol. 43, n. 5, pp. 442-455, doi: 10.1080/01916599.2017.1366928.
- Tolks D., Lampert C., Dadaczynski K., Maslon E., Paulus P. e Sailer M. (2020), *Game-based approaches to prevention and health promotion: serious games and gamification*, «Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz», vol. 63, n. 6, pp. 698-707, doi: 10.1007/S00103-020-03156-1/TABLES/3.
- Vallar G. e Papagno C. (2007), *Manuale di neuropsicologia: clinica ed elementi di riabilitazione*, Bologna, il Mulino.
- Vanden Abeele V. et al. (2012), *P-III: A player-centered, iterative, interdisciplinary and integrated framework for serious game design and development*, «Communications in Computer and Information Science», vol. 280 CCIS, pp. 82-86, doi: 10.1007/978-3-642-33814-4_14.
- Vicari S. e Di Vara S. (2017), *Funzioni esecutive e disturbi dello sviluppo. Diagnosi, trattamento e intervento educativo*, Trento, Erickson.
- Wolff D. (2004), *The history of autism*, «European Child & Adolescent Psychiatry», vol. 13, n. 4, pp. 201-208, doi: 10.1007/S00787-004-0363-5.

APPENDICE

Allegato 1

Game Design Document

Il *Game Design Document* (GDD) è un documento di progettazione del software altamente descrittivo del design di un videogioco. Un GDD è creato e modificato dal team project per organizzare e ottimizzare il carico di lavoro nella fase di sviluppo del gioco. Infatti, questo documento è il risultato della collaborazione tra diverse figure professionali come designer, artisti, tecnici, esperti del settore e programmatori rappresentando una vera e propria guida di sviluppo. Il Game Design Document può essere caratterizzato da testi, immagini, diagrammi o qualsiasi supporto utile per illustrare meglio le decisioni di progettazione. Lo scopo è, quindi, quello di descrivere in modo inequivocabile il gioco, il pubblico di destinazione, il gameplay, il livello di progettazione, la storia, i personaggi, l'interfaccia utente, le risorse ecc.

Il Game Design Document del SG sviluppato è strutturato nei seguenti punti chiave:

- target audience
- obiettivo
- scenario
- game flow
- feedback
- player e input di gioco
- piattaforma e software.

Target audience

Il *target audience* del SG sono bambini con ASD:

- di entrambi i sessi
- di età compresa tra i 6 e i 14 anni
- per tutti i livelli di severità del disturbo.

Obiettivo

L'obiettivo del gioco è quello di allenare principalmente specifiche funzioni esecutive quali:

- l'attenzione sostenuta e selettiva (FE): focalizzare l'attenzione verso chi parla, focalizzare l'attenzione sull'attività, focalizzare l'attenzione sull'attività in presenza di distrattori e focalizzare l'attenzione sulle istruzioni ricevute in un compito
- la percezione (FE): competenza uditiva, competenza visiva e competenza visuo-spaziale
- lo shifting (FE)

- la memoria di lavoro (FE)
- la pianificazione (FE).

Oltre alle FE, il gioco mira ad allenare altre abilità specifiche:

- costruzione di schemi di azione intenzionale
- la manipolazione
- la coordinazione bimanuale
- l'orientamento.

Scenario

Lo scenario di gioco è ambientato nella sala del Centro Medico Riabilitativo Pompei Srl, dove i bambini svolgono solitamente la terapia riabilitativa. La stanza, come si evince anche dalla piantina in Figura 1, ha la forma di una «L» e presenta diversi oggetti di arredo. Ricostruire la stessa stanza nel virtuale facilita il processo di generalizzazione di una determinata abilità che il partecipante sta allenando all'interno del gioco.

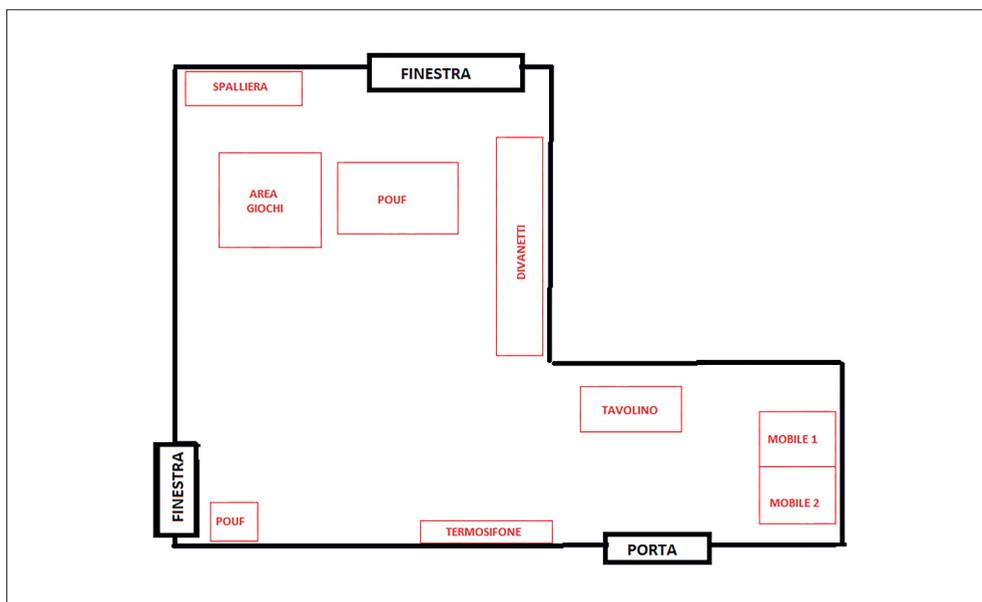


Fig. 1 Piantina del Centro Medico Riabilitativo Pompei Srl.

Game flow

All'avvio del SG si apre un menù di gioco iniziale, attraverso il quale il terapeuta può scegliere il livello di difficoltà (Facile, Medio, Difficile) in base al livello di severità del disturbo del partecipante. Una volta selezionato il grado di difficoltà, sarà possibile selezionare il livello di gioco desiderato.

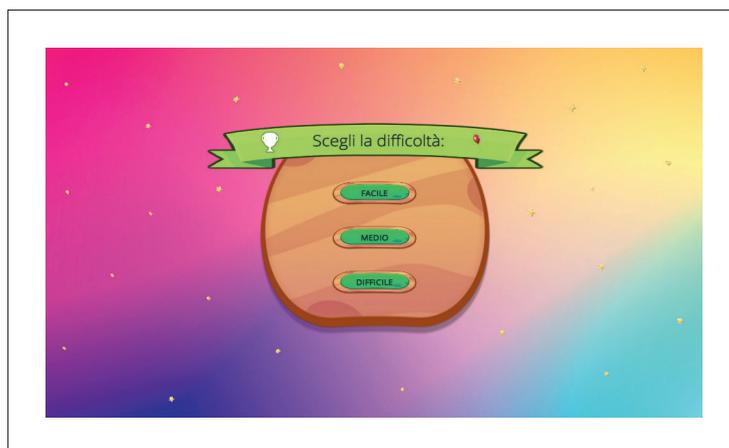


Fig. 3 Menù di gioco scelta del livello di difficoltà.

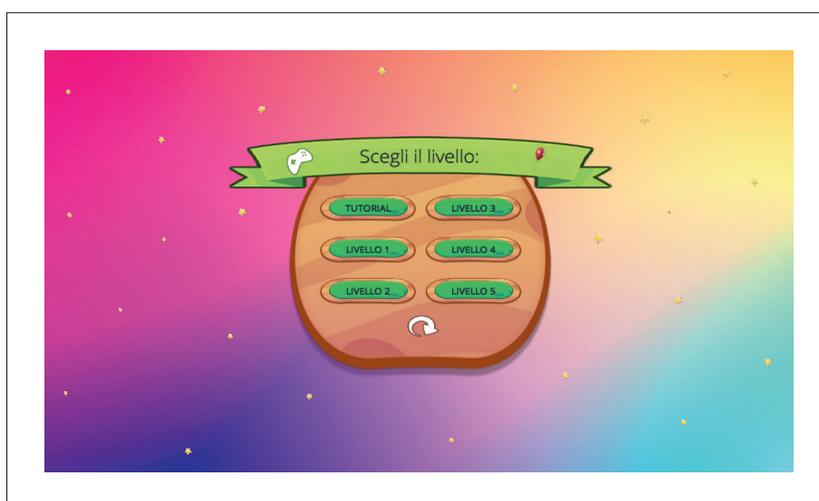


Fig. 4 Menù di gioco scelta del livello.

È stato stabilito che il gioco debba svilupparsi su 5 livelli con difficoltà crescente, più un livello di training. La missione di gioco, per tutti i livelli, è quella di individuare diversi e specifici oggetti posizionati nella stanza. Il partecipante può identificare gli oggetti da cercare, grazie alla missione iniziale di gioco: «Aiutami a trovare i seguenti oggetti». Tale missione compare al centro dello schermo con le relative immagini degli oggetti da cercare per facilitarne la comprensione.

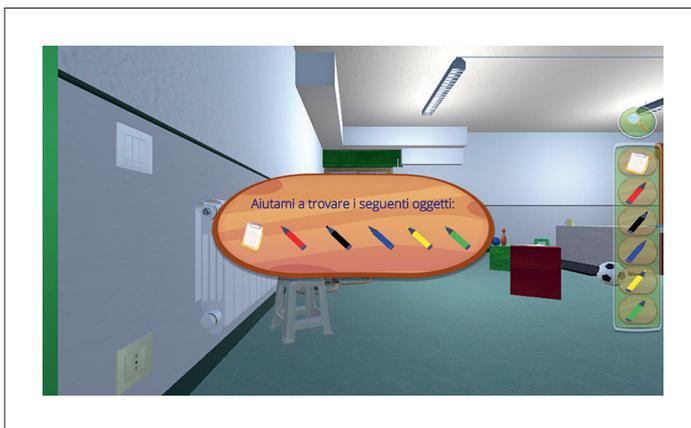


Fig. 5 Missione di gioco iniziale (Livello5).

Nella destra dello schermo, invece, rimane sempre visibile un inventario per indicare al giocatore quali sono gli oggetti da cercare. Come è possibile osservare nella Figura 6, al ritrovamento di un oggetto si attiva, oltre a un feedback sonoro, anche uno visivo. Infatti, per un tempo pari a 5 secondi, si visualizza la scritta «BRAVISSIMO!!!» accompagnata da un effetto sonoro che simula l'applauso.



Fig. 6 Feedback.

Quando il partecipante ha completato correttamente la missione di gioco richiesta, il terapeuta può accedere al report di gioco. Nel report, è possibile individuare i tempi di gioco totale e i tempi per il ritrovamento dei singoli oggetti (Figura 7).

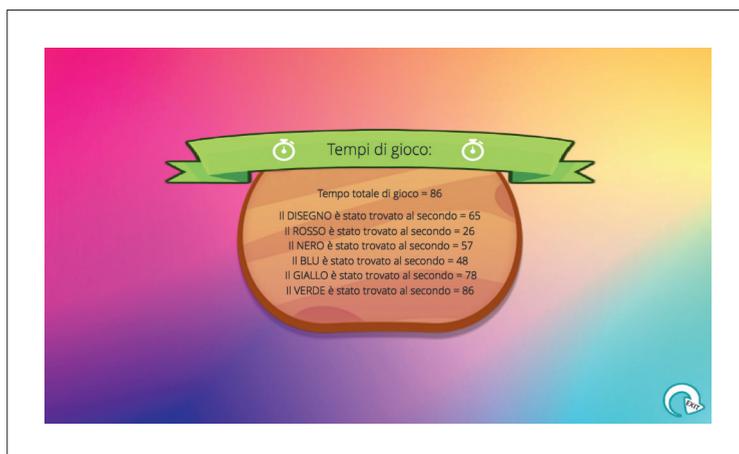


Fig. 6 Report dei tempi di gioco.

La difficoltà del gioco è legata al numero di oggetti da dover raccogliere e dal numero di oggetti disturbanti nella stanza oltre che dal loro posizionamento.

TABELLA 1
Livelli di difficoltà del Serious Game

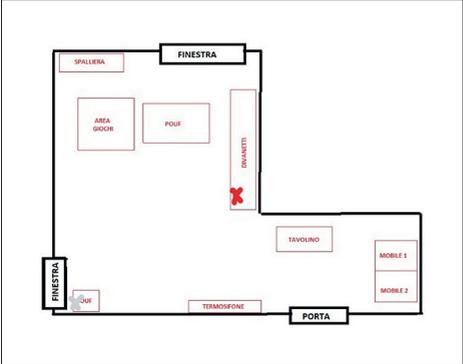
LIVELLO DI GIOCO	OGGETTI DA TROVARE	DIFFICOLTÀ OGGETTI DISTURBANTI	POSIZIONAMENTO DEGLI OGGETTI
TRAINING	3	Bassa	Visibile
LIVELLO 1	2	Bassa	Visibile
LIVELLO 2	3	Bassa	Mediamente visibile
LIVELLO 3	4	Media	Mediamente Visibile
LIVELLO 4	5	Media/Alta	Nascosti
LIVELLO 5	6	Alta	Nascosti

La missione di gioco prevede il ritrovamento dei seguenti oggetti: la clipboard, il pennarello rosso, il pennarello nero, il pennarello blu, il pennarello giallo e il pennarello verde. Mentre gli oggetti disturbanti selezionati sono: sgabelli, pouf, divanetti, cuscini, palle, palline, pista in legno, macchinine, trenino, carrellino, birilli, bicchieri, quaderni, sedie e tazze. Solo nel livello 5 di gioco sono presenti tutti gli oggetti, sia distrattori sia quelli da ricercare. Per gli altri livelli il numero degli oggetti (da trovare e distrattori) aumenta gradualmente (Tabella 1).

Per ogni modalità di gioco è implementata una serie di facilitazioni per supportare il giocatore (missione sempre visualizzata a schermo, oggetti da raccogliere che si illuminano, indicazioni del posizionamento dell'oggetto). Tali facilitazioni possono essere attivate da tastiera, dopo che il partecipante ha avuto più di tre sollecitazioni da parte del terapeuta durante la sessione di gioco con il SG. Di seguito si riporta il posizionamento degli oggetti da cercare per ogni livello:

LIVELLO 1

Due oggetti da trovare: la clipboard e il pennarello rosso. Il posizionamento degli oggetti, sia nel reale sia nel virtuale, è mostrato in Fig. 8-9-10.



The diagram shows a rectangular room layout with several labeled areas: SPALLERIA (top left), FINESTRA (top center), AREA GIOCHI (middle left), POUF (middle left), DIVANETTO (middle right), TAVOLINO (bottom right), MOBILE 1 (bottom right), MOBILE 2 (bottom right), PORTA (bottom right), TERRACHEFONE (bottom center), and PORTA (bottom center). A red 'X' is marked on the DIVANETTO.



The virtual environment shows a room with a green floor, white walls, and various furniture. Red arrows point to a clipboard on a table and a red marker on a chair.



The photograph shows the physical room with a green floor, white walls, and various furniture, including a table, chairs, and a sofa.

LIVELLO 2

Tre oggetti da trovare: la clipboard, il pennarello rosso e il pennarello nero. Il posizionamento degli oggetti, sia nel reale sia nel virtuale, è mostrato in Fig. 11-12-13.

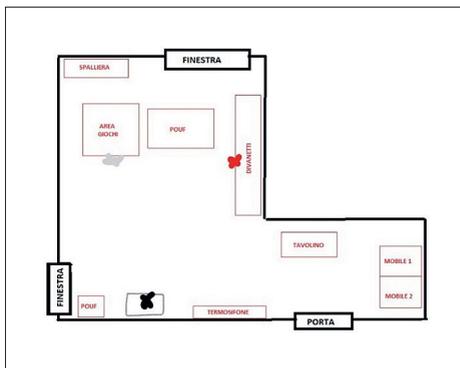


Fig. 11 Piantina livello 2.



Fig. 12 Virtuale livello 2.



Fig. 13 Reale livello 2.

LIVELLO 3

Quattro oggetti da trovare: la clipboard, il pennarello rosso, il pennarello nero e il pennarello blu. Il posizionamento degli oggetti, sia nel reale sia nel virtuale, è mostrato in Fig. 14-15-16.

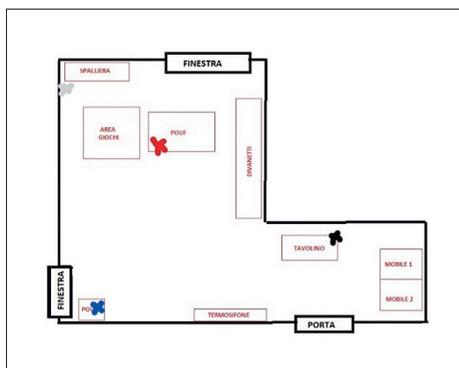


Fig. 14 Piantina livello 3.



Fig. 15 Virtuale livello 3.

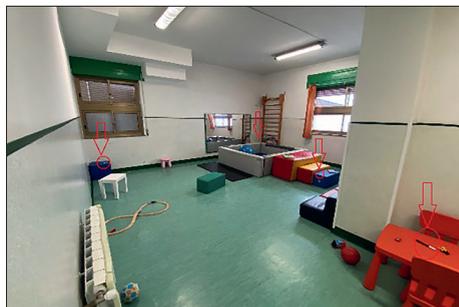


Fig. 16 Reale livello 3.

LIVELLO 4

Cinque oggetti da trovare: la clipboard, il pennarello rosso, il pennarello nero, il pennarello blu e il pennarello giallo. Il posizionamento degli oggetti, sia nel reale sia nel virtuale, è mostrato in Fig. 17-18-19.

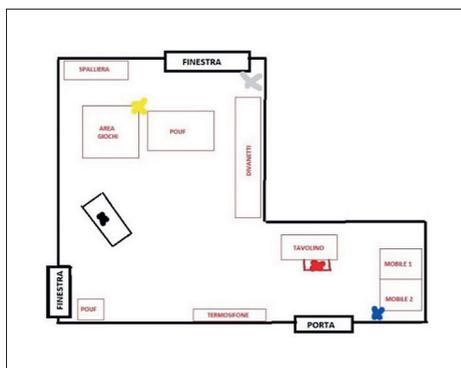


Fig. 17 Piantina livello 4.



Fig. 18 Virtuale livello 4.

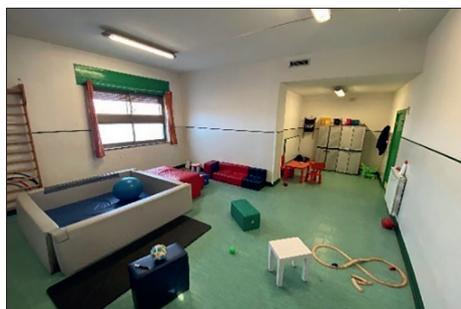


Fig. 19 Reale livello 4.

LIVELLO 5

Sei oggetti da trovare: la clipboard, il pennarello rosso, il pennarello nero, il pennarello blu, il pennarello giallo e il pennarello verde. Il posizionamento degli oggetti, sia nel reale sia nel virtuale, è mostrato in Fig. 20-21-22.

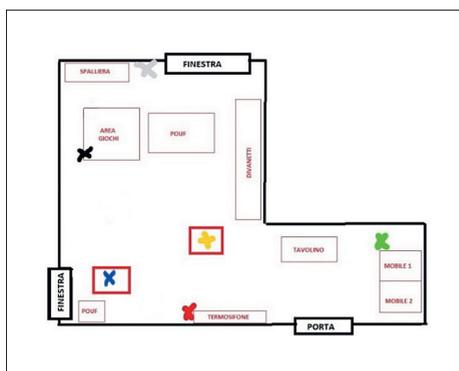


Fig. 20 Piantina livello 5.



Fig. 21 Virtuale livello 5.



Fig. 22 Reale livello 5.

Feedback e UI

In base alle linee guida di sviluppo dei SG per persone con ASD, la UI del gioco deve essere semplice e intuitiva. All'avvio di ogni livello di gioco selezionato, il partecipante visualizza, per un tempo prestabilito di 8 secondi, la missione di gioco con le relative immagini degli oggetti richiesti, in maniera tale da aumentare la comprensione dell'obiettivo di gioco.

Durante l'esecuzione del gioco, il partecipante ha la possibilità di capire quali sono gli oggetti trovati, o quelli mancanti, grazie all'utilizzo dell'inventary posizionato sulla parte destra dello schermo, in maniera verticale.

L'inventary è composto da una serie di immagini di tutti gli oggetti richiesti nel livello di gioco selezionato. Quando il partecipante trova uno degli oggetti della ricerca, la relativa immagine, presente nell'inventary, viene coperta da un flag verde (Figura 23). In tal modo, il giocatore, per l'intera sessione di gioco, può facilmente intuire quelli che sono gli oggetti mancanti e quelli trovati.

Quando il giocatore ispeziona la stanza virtuale e si trova in prossimità di un oggetto richiesto, nella parte centrale e bassa dello schermo, è possibile individuare l'immagi-

ne del tasto da premere per il prelevamento dell'oggetto. In tal modo, il partecipante riesce a ricordare autonomamente il corretto tasto da pigiare.



Fig. 23 Inventory.