

A VIDEO GAME APPROACH TO EXECUTIVE FUNCTION ASSESSMENT IN SCHOOLS: A DIGITAL «TOWER OF LONDON»

UN APPROCCIO VIDEOLUDICO ALLA VALUTAZIONE DELLE FUNZIONI ESECUTIVE IN AMBITO SCOLASTICO: UNA «TORRE DI LONDRA» DIGITALE

Arianna Marras^a and Masiar Babazadeh^b

^a Department of Humanities, Philosophy and Education, University of Salerno, Italy
amarras@unisa.it;

^b Department of Innovative Technologies, University of applied sciences and arts, Lugano, Switzerland
masiar.babazadeh@supsi.ch

Abstract

The objective of the present work is the design and beta-testing of a mobile application, inspired by the Tower of London (ToL) task, capable of assessing problem solving skills in the school environment. Twenty-six pupils from two sixth-grade classes in South Sardinia were involved in the pilot study. The experimentation envisaged a double administration of the task, first of the analogical ToL and then of the digital one, in order to test the ability of the instrument, implemented by the Department of Innovative Technologies of the University of Applied Sciences of Southern Switzerland (SUPSI), to measure the participants' performance in the investigated construct. The digital assessment tool can represent an immersive didactic mediator able to foster, thanks to video-game approaches, inclusive and also metacognitive didactics through the formative assessment of innovative itineraries for the development of skills in the various domains of experience.

Il presente lavoro ha come obiettivo il *design* e il *beta-testing* di una *mobile application*, ispirata al compito della Torre di Londra (ToL), in grado di valutare la capacità di problem solving in ambito scolastico. Sono stati coinvolti nello studio pilota 26 alunni di due classi di prima media del Sud Sardegna. La sperimentazione ha previsto una duplice somministrazione del compito, dapprima la ToL analogica e poi quella digitale, al fine di saggiare la capacità dello strumento, implementato dal Dipartimento di Tecnologie Innovative della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), di misurare le performance dei partecipanti nel costrutto indagato. Lo strumento di *assessment* digitale può rappresentare un mediatore didattico immersivo in grado di favorire, grazie ad approcci videoludici, una didattica inclusiva



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

e anche metacognitiva attraverso la valutazione formativa di itinerari innovativi per lo sviluppo di competenze nei vari domini di esperienza.

Keywords

Executive functions; planning; inclusive didactic; digital Tower of London.
Funzioni esecutive; pianificazione; didattica inclusiva; torre di Londra digitale.

1. Introduzione

Il videogioco come strumento di intrattenimento digitale è ormai entrato nelle abitazioni della maggioranza degli italiani. Nel rapporto di IIDEA del 2022¹ si evince che il 32% degli italiani si considera un videogiocatore. Il 58% di bambini nella fascia tra i 6 e i 10 anni gioca ai videogiochi, percentuale che sale al 71% nella fascia tra gli 11 e i 14 anni. Il videogioco si è dunque affermato come strumento di intrattenimento per una gran parte dei giovani italiani. Il presente lavoro vuole sfruttare tale capacità del videogioco offrendo delle attività videoludiche con un potenziale di apprendimento tramite il concetto di *Game-Based Learning* (GBL) (Tobias, 2014). Il GBL studia la possibilità di imparare mentre si gioca: non si tratta di un apprendimento fine a se stesso, come quello delle regole del gioco, ma è legato a competenze disciplinari e trasversali. L'apprendimento di questo tipo può essere considerato «divergente»: non contestualizzato, breve e intenso. È dunque importante supportare attività di questo tipo con un *debriefing* per far emergere le competenze disciplinari e trasversali impiegate nel corso della fase di gioco. In classe, le attività di gioco di ruolo, dove ogni allievo interpreta un ruolo, possono rientrare nel contesto di GBL. Il recente utilizzo nella didattica d'aula delle *escape rooms*, si configura anch'esso in questi approcci ludiformi all'apprendimento. Il presente lavoro si identifica nelle proposte del *Digital-Game-based learning* (Prensky, 2001), mirando all'utilizzo di un dispositivo videoludico al fine di potenziare funzioni cognitive essenziali nei processi di apprendimento. Il fine ultimo del progetto è quello di studiare le tecnologie didattiche volte a favorire le capacità di pianificazione nella didattica d'aula in alunni dai 6 ai 13 anni attraverso la realizzazione di un edugame (Dostál, 2009).

2. Framework teorico: il ruolo delle funzioni esecutive a scuola

Il termine ombrello «funzioni esecutive» (FE) si riferisce a tutti gli aspetti della cognizione, espressione di molteplici processi di controllo volontario, interrelate e nel contempo indipendenti. Il modello di riferimento si rifà alla Diamond (2013) che

¹ <https://iideassociation.com/dati/mercato-e-consumatori.kl>

individua il *core* delle FE nelle tre componenti base: *shifting*, *updating* e componenti inibitorie che vanno poi a declinare quelle di alto ordine come il problem solving e la pianificazione. Il funzionamento esecutivo, quindi, richiama tutti quegli aspetti della cognizione che richiedono di mantenere l'attenzione su un compito, di inibire gli stimoli estranei e quelli più complessi che riguardano la capacità di risoluzione di situazioni problematiche e di pianificazione strategica delle soluzioni. La natura multi-componenziale delle suddette funzioni ne ha reso difficile una definizione operativa pienamente condivisa nella letteratura scientifica. Le FE si sviluppano in modo indipendente e lungo l'arco dell'infanzia e fino all'adolescenza, pur maturando a età diverse il periodo evolutivo dai 6 ai 12 anni risulta essere decisivo (Ferguson et al., 2021). La pianificazione è intesa come il saper organizzare in maniera sequenziale le azioni atte a raggiungere e conseguire un determinato obiettivo e va a maturazione fino alla tarda adolescenza. In letteratura si trovano dibattiti sull'idea che la pianificazione sia una funzione specifica (Rönmark, 2014), a dispetto di una concezione che, invece, la configura come la combinazione di molteplici FE. La pianificazione viene descritta come un processo a doppio livello (Grafman, 1989; Shallice, 1982): da una parte di formulazione che si basa sulla capacità di determinare mentalmente la strategia logica, pensando preventivamente le azioni finalizzate al raggiungimento di un obiettivo e dall'altra di esecuzione, ossia la competenza nell'eseguire e nel monitorare il piano risolutivo già pensato, al fine di risolverlo adeguatamente. Un buon sviluppo di tali funzioni, deficitarie in varie situazioni di Bisogni Educativi Speciali (BES), è elemento predittivo del successo scolastico e dello sviluppo di competenze sociali. Diversi studi hanno indagato il potenziamento delle FE mediante interventi computerizzati (Diamond & Ling, 2020; Cao et al., 2020) che hanno mostrato la loro efficacia soprattutto nel trattamento dei bambini (Oberste et al., 2019; Zhao et al., 2018). Tali risultati ci portano a pensare l'effettiva possibilità di potenziare, nel medesimo tempo, abilità cognitive e di apprendimento attraverso training computerizzati nel contesto educativo formale. In accordo con la teoria del doppio codice (Paivio, 1991) l'alunno possiede una struttura di rappresentazione verbale (sistema uditivo) e non verbale (sistema visivo, ad esempio immagini e animazioni): l'incorporazione di entrambi è utile alla comprensione e ritenzione delle informazioni. Un compito multimediale ben progettato, in questa direzione, incentiva l'attivazione di processi cognitivi, facilitando anche i processi di acquisizione del sapere (Mayer & Moreno, 1998; 2016). Gli interventi videoludici possono essere presentati in modo sia diretto, seguendo le impostazioni di un training convenzionale, che indiretto, attraverso dispositivi digitali caratterizzati da una propria narrativa, stimoli sensoriali in ambienti interattivi e feedback immediati, come i videogiochi. Questi ultimi, come varie forme di media, richiedono, nell'esecuzione del gioco e per il raggiungimento degli obiettivi previsti,

molteplici capacità: dall'organizzazione delle informazioni alla pianificazione di percorsi tesi, in un primo momento, a trovare strategie risolutive e in seguito, ad ottimizzarle. I videogiochi educativi possono essere categorizzati altresì come dispositivi didattici in grado di aumentare la motivazione e l'*engagement* degli studenti e di generare apprendimenti significativi (Gee, 2013; Di Tore, 2017). In letteratura, infatti, è possibile rintracciare diversi lavori di ricerca che hanno immaginato il loro potenziale e quello delle applicazioni digitali nello sviluppo di molteplici capacità in un ambiente virtuale strutturato (Herranz et al., 2009), anche in ambito scolastico, dalla presa di prospettiva al potenziamento del pensiero spaziale e delle funzioni cognitive (Campitiello et al., 2022; Lecce et al., 2022; Orsolini & Deplano, 2022, Pasqualotto et al., 2022; Quiroga et al., 2009). Tuttavia, non essendo state condotte ancora sufficienti ricerche sui benefici dei videogiochi nello sviluppo delle FE, risulta interessante la strutturazione di un edugame che ingloba, nel suo design, strumenti di *formative assessment*, al duplice fine di indagare in un processo iterativo il potenziamento di tali funzioni e restituire ai docenti un feedback immediato sulle attività svolte.

3. La versione digitale dei compiti della ToL: dal design allo sviluppo

Per lo sviluppo del compito in formato digitale ispirato alla Torre di Londra (Shallice, 1982) (ToL) si è utilizzato Unity², un motore 2D e 3D multipiattaforma che permette di creare animazioni e videogiochi, diventato uno standard *de facto* del mercato videoludico insieme a *Unreal Engine*. La scelta di Unity rispetto a *Unreal Engine* è stata presa in quanto la fase prototipale può essere sviluppata molto più rapidamente e in modo più semplice. La possibilità di compilare per più piattaforme ci ha permesso di testare l'applicativo su diversi dispositivi e sistemi operativi.

Come per l'analogica, la versione digitale ispirata alla ToL ci permette di eseguire una valutazione formativa sullo sviluppo delle capacità di problem solving e pianificazione, definendo un profilo di funzionamento per ciascun alunno in base alla corrispondenza dei punteggi normalizzati a varie fasce di prestazione.

Lo strumento digitale, come quello tangibile validato, consta di 12 problemi a difficoltà crescente, ciascuno deve essere risolto partendo da una situazione iniziale con un numero massimo di mosse determinato nello schermo dell'applicazione. Per completare i compiti richiesti l'alunno mette in funzione differenti processi cognitivi: dapprima la pianificazione di una strategia utile a risolvere il problema, di seguito ricorre alla memoria di lavoro per recuperare la soluzione e metterla in atto, se la soluzione pianificata non funziona deve avvalersi della flessibilità cognitiva al fine di

² <https://unity.com/>

apportare delle modifiche in itinere e per ultimo la componente inibitoria per non reiterare la risposta errata predeterminata. Per ciascun problema gli alunni hanno un massimo di tre tentativi. Lo strumento digitale è in grado di registrare il tempo di decisione (T_d) ossia quello che intercorre dal momento in cui si apre la schermata del compito fino a quando l'alunno inizia a risolverlo, e quello di esecuzione (T_e), lo spazio temporale tra l'inizio e la fine dell'attuazione del compito. Quando lo studente viola le regole preventivamente esplicitate, deve passare al tentativo successivo. Una delle differenze principali rispetto alla ToL analogica riguarda le modalità di somministrazione, non è necessario che vi sia un esaminatore ad affiancare l'alunno, il rapporto non è quello di 1:1 poiché il sistema è in grado di gestire autonomamente la raccolta dei dati (il punteggio delle risposte corrette, i tempi, il numero di tentativi e le infrazioni).

Nel primo prototipo presentato i dati vengono salvati sul dispositivo e non sul *cloud*, così da non essere esposti a rischi di compromissione di accessi ai server e per questioni legate alla privacy dei minori. I dati possono essere in seguito raccolti in formato JSON (Fig. 1):

```
{
  "userId": "REVP23521bis",
  "results": [
    {
      "number": 0,
      "attempts": [
        {
          "success": true,
          "moves": 2,
          "timeFromStart": 6.0335693359375,
          "timeFromFirstAction": 1.1465606689453126
        }
      ],
      "totalTime": 6.0335693359375
    },
    {
      "number": 1,
      "attempts": [
        {
          "success": true,
          "moves": 2,
          "timeFromStart": 4.963165283283125,
          "timeFromFirstAction": 0.976470947265625
        }
      ],
      "totalTime": 4.963165283283125
    },
    {
      "number": 2,
      "attempts": [
        {
          "success": true,
          "moves": 2,
          "timeFromStart": 5.16656494140625,
          "timeFromFirstAction": 1.230010986328125
        }
      ],
      "totalTime": 5.16656494140625
    }
  ]
}
```

Figura 1: Foglio di output con i dati in formato JSON

Si è optato per una metodologia di sviluppo del software “agile” (Koch, 2004), mediante la quale sono state eseguite rapide iterazioni composte da sviluppo del prototipo e fasi di testing, raccolta di feedback, discussione e redesign. Queste iterazioni consentono di consolidare il prototipo del software e agevolare il suo utilizzo nei

contesti educativi coinvolti. L'applicazione implementata (Fig. 2), infatti, ha lo scopo di rispondere alle esigenze didattico-educative dell'ambiente scolastico e ai bisogni manifestati dagli insegnanti e dagli studenti. Il suo inserimento all'interno di un ambiente digitale fruibile a scuola, fa sì che possa qualificarsi come un dispositivo, dal carattere ludiforme, utile alla valutazione formativa e in itinere delle funzioni. Tale configurazione consente ai docenti di verificare gli aspetti legati al processo di apprendimento e di progettare i curricoli con criteri di personalizzazione e inclusione scolastica.

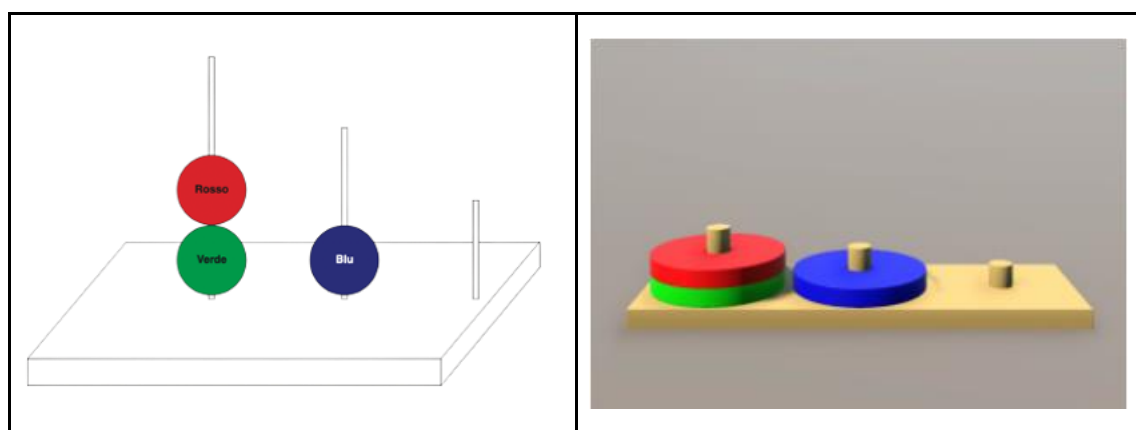


Figura 2: ToL: analogica (a sinistra) e digitale (a destra)

4. Ipotesi di ricerca e metodologia

Il progetto ha il duplice scopo di accompagnare gli alunni del primo ciclo alla scoperta di attività interattive progettate per il potenziamento delle FE e di supportare i docenti in queste attività attraverso lo sviluppo di specifici dispositivi tecnologici.

La nostra ipotesi prevede che la ToL digitale possa ridurre stati di stress e ansia da parte del giocatore che, non avendo una persona al suo fianco a guidarlo, osservare le mosse e compilare un protocollo di registrazione, si sentirebbe più libero nel portare avanti i compiti richiesti. L'auto-somministrazione del test in modalità digitale e immersiva ci permetterà di saggiare se effettivamente l'uso della ToL in questo formato possa apportare vantaggi, non solo in riferimento alla performance in sé, ma nel coinvolgimento e quindi nella disponibilità e nell'interesse a espletare il compito stesso. Ipotizziamo infatti che la modalità ludiforme possa aumentare il coinvolgimento degli studenti, il senso di piacere nel farla, incoraggiando, in tal modo, gli insegnanti all'utilizzo in ambito educativo. Tale modalità ne consentirebbe e favorirebbe l'impiego: dando l'opportunità ai docenti di presentarla in parallelo a tutto il corpo classe; eliminando variabili esterne come la soggettività del somministratore; racco-

gliando i dati in maniera automatica e in *background* (senza che il giocatore ne sia consapevole). La ricerca è ispirata ad una *Design-Based Implementation Research* (DBIR) (Fishman et al., 2013) che ha come obiettivo primario quello di realizzare uno strumento specifico per valutare e favorire le capacità di pianificazione come *formative assessment*. La fase preparatoria si è configurata in un *briefing* durante il quale è stata esplicitata l'idea, gli obiettivi didattici di ricerca e sono stati delineati i criteri da seguire.

Ciò ha dato forma ad un ciclo iterativo, avviatosi con un co-design da parte dei diversi fruitori, al fine di sfavorire la netta divisione tra coloro che progettano le innovazioni didattiche e gli incaricati ad implementarle a scuola. Tale lavoro cerca, quindi, di incentivare una relazione ricorsiva tra ricerca e pratica, in tal senso gli insegnanti diventano i *co-designer* delle soluzioni ai problemi riscontrati nella sperimentazione, agevolando altresì l'utilizzo dei *tools* stessi. Nel suo esordio, la sperimentazione, si è svolta in differenti step: dallo sviluppo del prototipo di *mobile application*, alla somministrazione dei compiti della ToL sia in formato analogico (in un tempo T_0) che digitale (in un tempo T_1) in differenti classi, al fine di procedere ad un *beta-testing*. L'ultima fase, *ex post* (T_0+T_1), ha visto la somministrazione di un questionario, pensato dagli autori, sulla percezione delle due differenti modalità di presentazione dei compiti.

Le fasi di progettazione della ricerca sono state complessivamente quattro:

1. *co-design*: atto allo sviluppo dello strumento al fine di fronteggiare i bisogni riscontrati nell'ambito scolastico;
2. *testing*: in un duplice momento, dapprima in laboratorio e successivamente in classe al fine di comprendere gli eventuali bug dell'applicazione e dare avvio ad un processo di redesign;
3. *evaluation*: attraverso l'analisi sia delle performance degli studenti coinvolti che dell'ambiente digitale videoludico comprese le specifiche caratteristiche (font, colori, icone);
4. *debriefing*: al fine di apportare delle riflessioni costruttive sullo strumento digitale e incentivare il processo di implementazione con gli insegnanti e gli alunni.

4.1 Partecipanti

L'indagine pilota ha visto la partecipazione di 26 alunni (Tab. 1), di cui il 42% di genere maschile e frequentanti le classi prime di una scuola media sita nel Sud Sardegna. I partecipanti hanno dapprima svolto i compiti della ToL analogica e dopo circa un mese, gli stessi, sono stati coinvolti nel compito in modalità digitale. La media dell'età calcolata in mesi è di 141,23.

Alunni	N	Media età (mesi)
Genere Femminile	15	142,27
Genere Maschile	11	139,82
Tot.	26	141,23

Tabella 1: Analisi descrittiva relativa al genere e all'età

4.2 Strumenti di ricerca e procedura

Il coinvolgimento degli studenti ha consentito, grazie alla somministrazione della ToL nei due formati, di rilevare le performance sulla capacità di pianificazione degli alunni. Oltre alla raccolta di questi dati, trattati in maniera gruppale, è stato implementato dagli autori un questionario al fine di raccogliere le percezioni sui due strumenti. La sperimentazione ha previsto cinque fasi sintetizzate in figura 3.

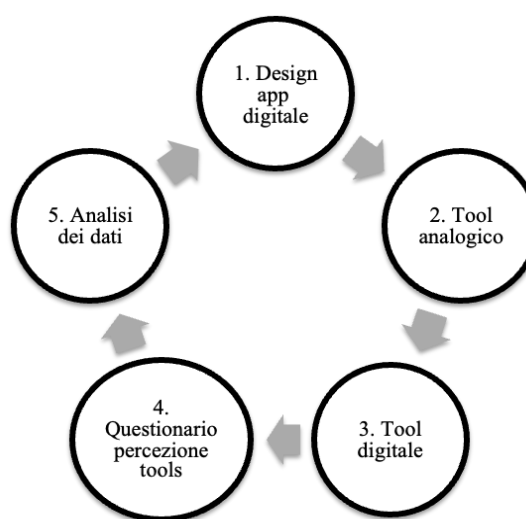


Figura 3: Fasi della sperimentazione pilota

Il questionario è stato strutturato in quattro sezioni (14 item in totale). La prima sezione raccoglie i dati socio-anagrafici e le emozioni provate dagli intervistati, la seconda e la terza rispettivamente valutano, attraverso quattro quesiti ciascuna, il grado di soddisfazione degli alunni sui compiti svolti nelle modalità analogica e digitale. L'ultima sezione, invece, indaga la modalità privilegiata dai rispondenti e il grado di desiderabilità nel replicare l'esperienza. Lo strumento di ricerca è stato presentato in modalità telematica con l'intento di comprendere le idee, le percezioni e le sensazioni

degli alunni che hanno preso parte al lavoro di ricerca. I dati preliminari hanno fornito un primo feedback sull'efficacia, sulla sostenibilità e sul grado di apprezzamento del tool digitale.

5. Risultati

Il beta-testing dell'applicazione, svolto in due classi, ha permesso di raccogliere i primi dati degli studenti in merito ai punteggi ottenuti dalla ToL, in termini di accuratezza e relativamente ai tempi. Nel presente paragrafo si espongono i risultati ottenuti dal protocollo di sperimentazione seguito.

Le analisi inferenziali (Tab. 2) hanno riguardato la ricerca delle differenze tra le medie e le mediane del punteggio nei problemi della ToL. Il dato, che non riferisce delle differenze rilevanti, viene confermato dalle analisi effettuate mediante un t-test a campioni appaiati, dove non si riscontrano differenze statisticamente significative nei punteggi di accuratezza ottenuti (analogico e digitale).

Problemi	ToL	Media	Mediana	SD	t di Student	gdl	p
Media 12 Problemi	Analogica	30.2	30.0	2.78	0.0415	25.0	0.967
	Digitale	30.1	31.0	3.40			

Tabella 2: Analisi t-test sulla media dei punteggi di accuratezza dei 12 problemi proposti.

Per quanto concerne i tempi relativi allo svolgimento del compito, la Tabella di seguito (Tab. 3) evidenzia delle differenze statisticamente significative in tutti e tre i tempi calcolati. Dall'analisi descrittiva si evincono superiori nella versione analogica e superiori nella versione digitale. Il tempo totale (Ttot), sommatoria dei due precedentemente indicati, risulta essere maggiore nei risultati ottenuti dallo strumento digitale.

Tempi	ToL	Media	Mediana	SD	t di Student	gdl	p
Decisione (T_d)	Analogica	79.02	70.93	38.408	4.2706	25.0	<.001
	Digitale	47.37	42.71	15.075			
Esecuzione (T_e)	Analogica	82.62	77.41	21.131	-7.8493	25.0	<.001
	Digitale	169.11	157.17	63.939			
Totale (T_{tot})	Analogica	161.64	159.42	41.82	-5.4921	25.0	<.001
	Digitale	215.93	203.41	66.31			

Tabella 3: Analisi t-test sulla media dei dati raccolti sui tre tempi (T_d , T_e e T_{tot})

I dati ricavati dal questionario sulla percezione dei due tools mostrano un gradimento più intenso per il digitale. È possibile notare una tendenza positiva circa la piacevolezza nella fruizione di entrambe le modalità di svolgimento del compito (Tab. 4). Quasi tutti gli alunni intervistati sono disposti a esperire nuovamente i compiti proposti.

Modalità	Aspetto indagato	Media	DS
Digitale	Piacere	4,19	0,69
Analogica	Piacere	3,96	0,96
Analogica o Digitale	Ripetizione dell'esperienza	4,31	0,84

Tabella 4: Aspetti indagati sulla percezione degli alunni a seguito dello svolgimento dei compiti: analogico e digitale.

Per quanto concerne le domande aperte, riguardo al come si sono sentiti gli alunni indagati dopo aver giocato, l'analisi del contenuto riferisce il generarsi di emozioni negative legate alla modalità di fruizione tradizione e analogica dello strumento. Il gioco digitale viceversa suscita emozioni positive o neutre (Fig. 4).



Figura 4: Analisi del contenuto sulle emozioni riferite dagli alunni indagati dopo aver svolto entrambi i compiti: digitale (a sinistra) e analogico (a destra)

6. Discussione e conclusioni

L'analisi del t-test relativo alla performance nel compito analogico e in quello digitale non evidenzia nessuna differenza significativa tra i due. Questo dato risulta essere interessante: pur essendo uno studio esplorativo con un campione ristretto, i dati raccolti e analizzati sembrerebbero dimostrare che entrambi gli strumenti misurano adeguatamente le funzioni investigate. Questo risultato positivo motiva le correzioni da apportare al software e incoraggia la sua implementazione in un edugame didattico. Al contrario dell'ipotesi iniziale, la somma dei tempi T_d e T_e per la versione digitale risultano maggiori rispetto all'analogica. È altresì interessante come, invece, i T_d nel compito digitale mostrino valori medi e mediani minori rispetto ai quelli raccolti nell'esperimento analogico. L'osservazione risulta essere opposta per i T_e , i cui valori medi nel compito digitale risultano essere maggiori. La nostra interpretazione dei risultati suggerisce che, per quanto riguarda i T_d , ciò potrebbe essere dovuto dall'esiguo tempo di attesa tra un compito e l'altro nella versione digitale e potenzialmente dall'attrattiva nell'utilizzo di tale strumento in classe, dalla desiderabilità sociale e dalla naturale predisposizione delle nuove generazioni alla fruizione di dispositivi digitali, ai quali sono quotidianamente esposti. I lunghi T_e rilevati con lo strumento digitale suggeriscono che per quanto risulti piacevole la sua fruizione, necessita di una più ampia autonomia nella gestione del tempo di lavoro e oltretutto non sembrerebbe essere ancora sufficientemente ergonomico. In una prospettiva di analisi qualitativa tali differenze potrebbero essere giustificate valutando i vari aspetti che interessano i due ambienti, ad esempio il processo risolutivo implementato dagli studenti. Threlfall et al. (2007) hanno studiato l'impatto delle scelte degli studenti impegnati in un compito matematico digitale in merito alle strategie risolutive: studiare i processi di

risoluzione dei due compiti della ToL potrebbe aiutarci a motivare le differenze riscontrate sui tempi.

I risultati del questionario legato al piacere percepito durante l'esecuzione dei due compiti (Tab. 4) supportano l'ipotesi che vede lo strumento digitale più attrattivo. Infatti, per quanto entrambi risultino essere stati apprezzati, la versione digitale ha ottenuto un gradimento maggiore. Anche in letteratura (Singleton et al., 2009) si evidenzia che i bambini prediligono valutazioni digitali perché le reputano meno ansiogene e stressanti soprattutto se il valutatore è un insegnante. Oltretutto è necessario affermare che molteplici variabili influenzano i test tradizionali (Rizzo, 2001), dai protocolli di somministrazione alle caratteristiche dell'ambiente testale, non rendendo la sua fruizione sostenibile a scuola. La disponibilità di uno strumento digitale fruibile potrebbe parzialmente agevolare l'uso di tali dispositivi nell'ambito scolastico, dove la TOL non valterebbe meramente la capacità di pianificazione, bensì sulla scia di un approccio formativo andrebbe a dettagliare le sottoscale del compito, fornendo un'interpretazione dei dati per mezzo di una scheda di output contenente il profilo di funzionamento degli alunni. I docenti potranno, quindi, scaricare il report generato dal sistema, contenente informazioni sia testuali che grafiche e definire delle fasce di prestazione della classe. La risorsa interattiva, che prevediamo di distribuire in formato "*open source*", si pone in quest'ottica a servizio della didattica, cercando e corrispondere alle esigenze educative. L'implementazione della ToL digitale, in un sistema videoludico di più ampio respiro, consentirà sia di qualificarla come una risorsa stimolante e motivante per il potenziamento delle abilità esecutive, che di fornire un valido strumento valutativo utile ad incoraggiare le sperimentazioni sull'efficacia delle pratiche educative.

In conclusione, nell'ottica di una didattica che includa attivamente le nuove tecnologie, si ritiene necessario pensare a nuovi dispositivi digitali che forniscano agli insegnanti strumenti di supporto ad una didattica innovativa e inclusiva per poter veicolare e favorire lo sviluppo non solo di competenze e apprendimenti significativi ma anche di abilità esecutive.

7. Limiti dello studio e prospettive future

Uno dei limiti riguarda il campione raggiunto: di convenienza e ridotto. Il disegno sperimentale ha previsto dapprima la somministrazione della modalità analogica e poi la digitale, questo potrebbe essere un limite superabile da una seconda sperimentazione che ne veda il processo inverso. Il design dell'applicativo dovrebbe essere modificato per avere migliori ricadute in fase di esecuzione: si procederà ad inserire pause più lunghe tra i compiti richiesti e rinforzi positivi o negativi al termine dei compiti. La fase di *debugging* avrà luogo dopo il beta-testing, così come il *fine-tuning* delle dinamiche

legate alla gravità nel gioco, la modifica dei colori utilizzati al fine di garantire anche agli alunni con disturbi sensoriali a carico dell'apparato visivo, di poter accedere all'applicazione. Le prospettive future riguardano nell'immediato un secondo *beta-testing* che vedrà, oltre alla presentazione dei due compiti, l'introduzione di analisi qualitative, al fine di interrogarci sulle *affordance* dei due ambienti e stabilire la validità valutativa del costrutto nelle due versioni. Risulta prioritaria l'implementazione del file di *output* riservato ai docenti con i dati degli alunni in digitale ed una sintesi dei costrutti. Si intende infine somministrare su larga scala il task digitale ottimizzato, al fine di poterne incentivare la validazione psicometrica ed utilizzarlo come dispositivo di *formative assessment*.

References

- Cao, Y., Huang, T., Huang, J., Xie, X., & Wang, Y. (2020). *Effects and Moderators of Computer-Based Training on Children's Executive Functions: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Frontiers in Psychology*, 11(November), 1–15.
- Di Tore, S., Lazzari, M., Caralt, J. C., & Sibilio, M. (2017). *Didattica e Dislessia: Un uso vicariante dei nuovi media per favorire la lettura*. *Formazione, Lavoro. Persona (Lima)*, 14(1), 50–68.
- Diamond, A. (2013). *Executive functions*. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168.
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2020). *Review of the Evidence on, and Fundamental Questions About, Efforts to Improve Executive*. In J. M. Novick, M. F. Bunting, M. R. Dougherty, & R. W. Engle (Eds.), *Cognitive and Working Memory Training: Perspectives from Psychology, Neuroscience, and Human Development* (pp. 143–431). Oxford Scholarship Online.
- Dostál, J. (2009). *Instructional software and computer games—tools of modern education*. *Journal of Technology and Information Education*, 1(1), 23-28.
- Ferguson, H. J., Brunson, V. E. A., & Bradford, E. E. F. (2021). The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age. *Scientific Reports*, 11(1), 1382.
doi:10.1038/s41598-020-80866-1PMID:33446798
- Fishman, B. J., Penuel, W. R., Allen, A.R., Cheng, B. H., & Sabelli, N. (2013). Design-based implementation research: An emerging model for transforming the relationship of research and practice. In Fishman, B. J., & Penuel, W. R. (Eds.), *National Society for the Study of Education* (pp. 136-156). New York, NY: Teachers College Record.
- Gee, J. B. (2013). *Come un videogioco. Insegnare e apprendere nella scuola digitale*. Raffaello Cortina.
- Grafman, J. (1989). *Plans, actions and mental sets: Managerial knowledge units in the frontal lobes*. In E. Perecman (Ed.), *Integrating theory and practice in clinical neuropsychology* (pp. 93–138). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Koch, A. (2004). *Agile software development*. Artech.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). “A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles”.

- Mayer, R. & Moreno, R. (2016). *A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*.
- Oberste, M., Javelle, F., Sharma, S., Joisten, N., Walzik, D., Bloch, W., & Zimmer, P. (2019). *Effects and Moderators of Acute Aerobic Exercise on Subsequent Interference Control: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Frontiers in Psychology*, 10(November), 2616. Advance online publication.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology / Revue canadienne de psychologie*, 45(3), 255–287.
- Pasqualotto, A., Parong, J., Green, C. S., & Bavelier, D. (2022). *Video Game Design for Learning to Learn*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1-18.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.
- Rizzo A. A., Buckwalter J. G., Bowerly T., Humphrey L. A., Neumann U., Van Rooyer A., Kim L. (2001). *The virtual classroom: a virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits*. *Revista Española de neuropsicología*, 3, 11 – 37.
- Rönmark, L. (2014). *The Never Ending Shower: planning ability, intellectual disability and cognitive artifacts*.
- Shallice, T. (1982). *Specific impairments of planning*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 298(1089), 199–209.
- Singleton, C., Horne, J., & Simmons, F. (2009). *Computerised screening for dyslexia in adults*. *Journal of Research in Reading*, 32(1), 137-152.
- Tobias, S., Fletcher, J. D., & Wind, A. P. (2014). *Game-based learning*. *Handbook of research on educational communications and technology*, 485-503.
- Threlfall, J., Pool, P., Homer, M., & Swinnerton, B. (2007). *Implicit aspects of paper and pencil mathematics assessment that come to light through the use of the computer*. *Educational Studies in Mathematics*, 66 (3), 335-348.
- Zhao, X., Chen, L., & Maes, J. H. R. (2018). *Training and transfer effects of response inhibition training in children and adults*. *Developmental Science*, 21(1).