

La sperimentazione di D-BOX nella scuola primaria per apprendere il codice binario e le potenze del numero 2

The D-BOX testing in primary school to learn the binary code and the powers of 2

Michele Domenico Todino

Università degli Studi del Sannio di Benevento - micheledomenico.todino@unisannio.it

Lucia Campitiello

Università degli Studi di Salerno - lcampitiello@unisa.it

Stefano Di Tore

Università degli Studi di Salerno - sditore@unisa.it

ABSTRACT

In this work, conducted by the Laboratory H of the University of Salerno, both the functioning and the preliminary data of the D-BOX test are shown. D-BOX is an educational game designed to convert decimal numbers into binary code and the powers of the number 2. The purpose of D-BOX is to encourage, through a playful and creative approach, the learning of one of this basic concept concerning digital computing. It is ideated to be easily reproducible with a generic 3D printer, through an open-source license. This paper will try to argue the validity of this approach, comparing the results obtained in November 2020 at the primary school "G. Rodari" of Perugia. Compared to the data present in the scientific literature, with particular reference to the INVALSI tests, the preliminary results on the D-BOX ludic method proved to be promising to extend this work to other schools in the national territory.

Nel presente lavoro, condotto dal Laboratorio H dell'Università degli Studi di Salerno, sono stati riportati sia il funzionamento sia i dati preliminari di un gioco didattico atto a rafforzare le competenze digitali e matematiche già presenti nei curricula scolastici, nella fascia di età compresa tra 0 e 16 anni. Nello specifico, tale gioco didattico prende il nome di D-BOX ed è stato progettato e realizzato per essere facilmente riproducibile con una generica stampante 3D, attraverso una licenza open-source. Lo scopo di D-BOX è quello di favorire, attraverso un approccio ludico e creativo, l'apprendimento di uno dei concetti di base concernenti la computazione digitale; nel dettaglio la conversione dei numeri decimali in codice binario e le potenze del numero 2. In questo lavoro si cercherà di argomentare la validità di questo approccio, comparando i risultati ottenuti nel mese di novembre, dell'anno scolastico 2020-21, presso la scuola primaria "G. Rodari" di Perugia. Rispetto ai dati presenti nella letteratura scientifica, con particolare riferimento alle prove INVALSI, i risultati preliminari sul metodo D-BOX si sono rivelati promettenti al fine di estendere tale lavoro ad altre scuole del territorio nazionale.

KEYWORDS

Binary Code, Primary School, Educational Technologies, 3D Printing.
Codice Binario, Scuola Primaria, Tecnologie per La Didattica, Stampa 3D.

1. La sperimentazione avviata nella scuola primaria di Perugia¹

Nel novembre 2020, presso la scuola primaria “G. Rodari” di Perugia è stata svolta la prima sperimentazione di D-BOX, un gioco didattico che favorisce il processo di insegnamento-apprendimento del codice binario e delle potenze del 2, offrendo al docente una serie di spunti per creare apposite lezioni sui temi dell'*information technologies*, del pensiero computazionale e della *media education* le cui ricadute riguardano le stesse relazioni e comunicazioni che coinvolgono l'agire didattico prodotto dal nuovo mondo digitale. La classe nella quale è stata svolta la sperimentazione adotta il testo di D'Amore e Pinilla (2019), disponibile online, in cui sono proposte una serie di esercizi relative alle potenze matematiche (ivi, p.6) attraverso una formulazione classica dell'argomento, ovvero che la potenza di un numero è calcolata come una sequenza di moltiplicazioni di tale cifra per se stessa, tante volte quanto è indicato dal valore definito dall'esponente della potenza. La letteratura scientifica internazionale (Unesco, 2003; Pilten, 2010; Pilten & Yener, 2010) ha già indicato il bisogno di inserire il concetto delle potenze matematiche nella programmazione della classe quinta della scuola primaria; per questo motivo che D-BOX (Todino, Campitiello & Di Tore, 2020), gioco atto a favorire l'apprendimento delle potenze del 2, può essere proposto a partire da questo ordine e grado di scuola. Di seguito è riportato il funzionamento del gioco didattico e a seguire i dati preliminari raccolti presso la scuola “G. Rodari” di Perugia, i quali sono molto promettenti per estendere il lavoro ad altre scuole del territorio nazionale, auspicando di poter allargare la sperimentazione pure all'estero. Per finire, la volontà di progettare il gioco didattico D-BOX deriva dalla necessità di esortare e rafforzare le competenze digitali e matematiche dei futuri cittadini europei percorrendo un modo di apprendimento ludico e creativo e in questo lavoro si cercherà di argomentare la validità di quest'approccio. Inoltre esperienze di tipo logico-matematico possono favorire, tramite un approccio ludico, quei temi, riguardanti la computazione, la matematica e le scienze utili per recuperare quel *gap* che gli stessi dati INVALSI presenti in letteratura (Ponzio, 2017) evidenziano negli studenti della scuola italiana.

2. Il meccanismo di funzionamento di D-BOX

Il processo di alfabetizzazione informatica, che comprende la programmazione, non esclude l'acquisizione delle conoscenze di base relative alla conversione dal numero decimale a binario. Le Raccomandazioni Europee, infatti, ricordano che le competenze digitali si fondano sulla conoscenza del codice binario e sul legame apprenditivo tra esperienza ed educazione e l'importanza di “imparare facendo” (Dewey, 1961), in cui la teoria e la pratica educativa non possono essere separate,

1 Il contributo rappresenta il risultato di un lavoro congiunto degli autori. Tuttavia, M. D. Todino ha redatto i paragrafi 1,2 e 4; L. Campitiello il paragrafo 3; S. Di Tore il paragrafo 5.

evidenziando che ogni intelligenza, inclusa quella logico-matematica, può essere sviluppata attraverso la pratica. Pertanto, il gioco didattico D-BOX adotta un approccio costruzionista (Papert, 1996) che pone il discente al centro del proprio processo di apprendimento, favorendo l'acquisizione di competenze relative al codice binario ai bambini della scuola primaria. Infatti, tale corrente di pensiero ritiene che il discente costruisce attivamente la propria conoscenza, operando in una situazione concreta e in cooperazione con i compagni, con i quali si giunge ad un'interpretazione significativa della realtà.

Nello specifico, il gioco D-BOX è composto da una struttura formata da quattro piattaforme, otto palette e quindici biglie. Le quattro piattaforme sono unite tra loro attraverso sistemi di aggancio composti da perni e incavi, in modo da comporre una struttura unica formata da una scalinata con degli scivoli per consentire alle biglie di scorrere nella piattaforma successiva. La piattaforma di maggiore dimensione è posta nella parte più alta della struttura e rappresenta il numero di cardinalità più grande, mentre la piattaforma che si trova nel primo gradino della struttura rappresenta l'unità (Figura 1). In ciascuna piattaforma sono presenti delle incavature per consentire alle biglie di sostare e creare un numero decimale che successivamente potrà essere convertito in numero binario. La prima piattaforma alla base è composta da una singola incavatura, la seconda piattaforma da due, la terza piattaforma da quattro e l'ultima da otto incavature. Ogni piattaforma rappresenta una potenza del numero 2 in modo da poter rappresentare in binario ogni numero che le biglie compongono. Pertanto, la singola biglia rappresenta un numero decimale disposto sulla piattaforma e attraverso le palette inserite nei basamenti (in cui sono descritti i numeri binari 1 e 0), è possibile visualizzare il corrispettivo numero binario composto dalle biglie. Infatti, la struttura composta da piattaforme è affiancata da un sistema di basamenti e palette che permette al giocatore di indicare il numero binario calcolato attraverso la disposizione delle biglie sulle diverse piattaforme, inserendo le palette nei basamenti in riferimento al numero identificato sulle piattaforme (Figura 3). Il gioco didattico permette di contare in base 2 e per tale motivo il numero delle biglie deve essere uguale al numero delle incavature delle piattaforme per evitare di ridurre di un'unità la potenza di calcolo in termini di bit. Inoltre, per ovviare al problema che le biglie possano scivolare all'esterno delle piattaforme, sono state realizzate delle barriere con altezza proporzionale alla dimensione delle biglie (Todino, Campitiello & Di Tore, 2020).

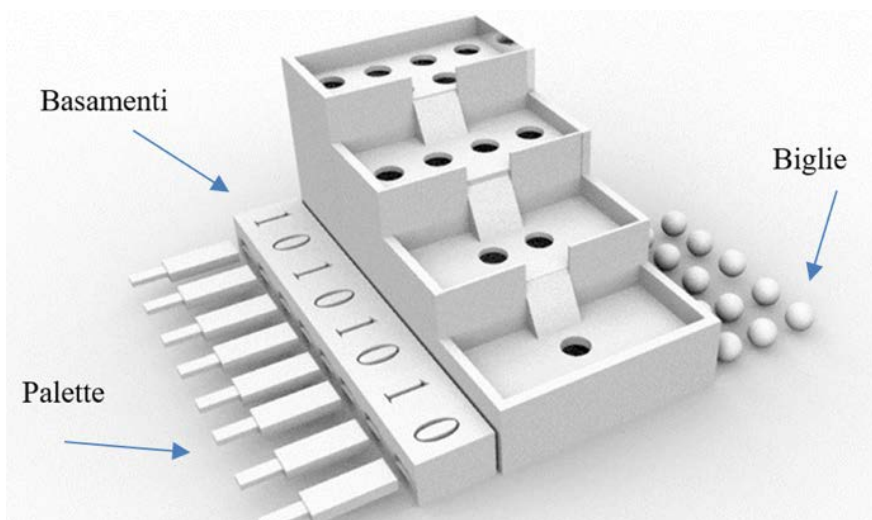


Figura 1: Rendering del modello 3D del progetto D-BOX

3. La realizzazione in stampa 3D di D-BOX

Nella sua versione originale, il gioco D-BOX è costituito da quattro piattaforme che delineano una struttura a quattro bit ma, se si ritiene opportuno, il gioco può essere modificato ed esteso a un numero di n piattaforme con 2^n incavature per realizzare un sistema a n bit. Il gioco è stato progettato con il software di modellazione CAD *Rhinoceros* (Figura 2) e in seguito realizzato fisicamente attraverso la stampante 3D *Prusa MK3S* con tecnologia FFF (*Fused Filament Fabrication*) utilizzando come materiale il PLA (acido polilattico). Il modello 3D di D-BOX rappresenta il primo passo per la successiva concretizzazione dell'oggetto, in cui attraverso il processo di *Slicing*, sono state definite le modalità di stampa al fine di generare il file *G-Code* per trasferirlo nella stampante 3D (Figura 3). Considerando che le stampanti 3D si sono rivelate dei validi alleati per l'azione didattica e sono ormai diffuse in molti istituti scolastici, gli allievi, mediante il gioco didattico, possono imparare le basi dell'informatica attraverso il fare "learning by doing" (Dewey, 1961) e favorendo inoltre la cooperazione tra gli studenti, coinvolti in un progetto comune. Tenendo conto, dunque, della finalità del lavoro, il gioco D-BOX rappresenta un "oggetto con cui pensare" (Harel, Papert, 1991) e stimolare i discenti ad avvicinarsi alle materie scientifiche, insegnando in modo creativo le basi della programmazione informatica.

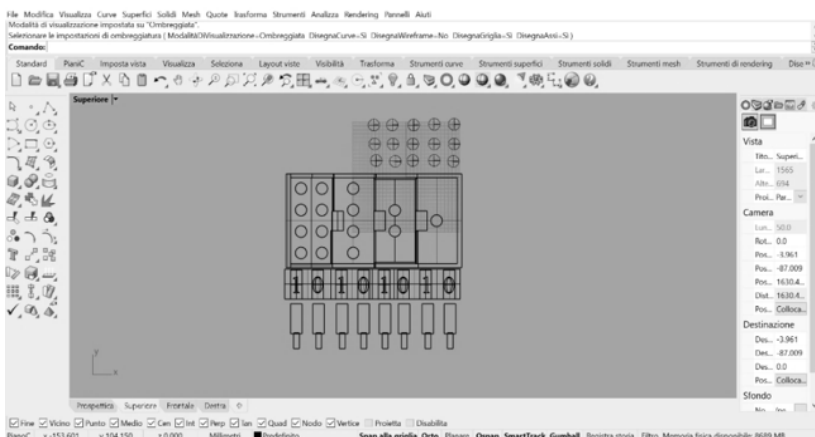


Figura 2: Progettazione di D-BOX attraverso il software *Rhinoceros*

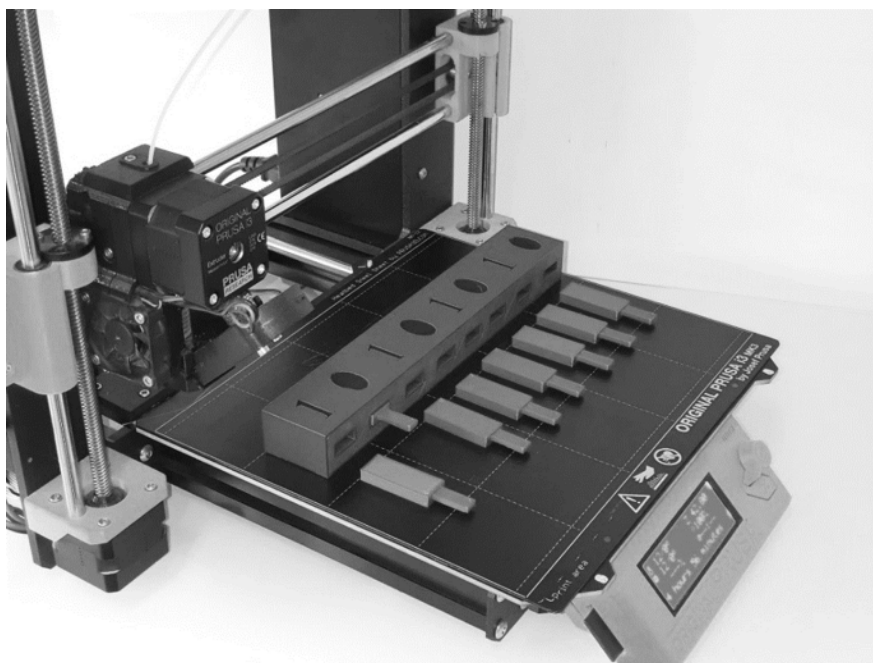


Figura 3: Stampa 3D dei basamenti e delle palette

4. Dati preliminari

In questo paragrafo sono stati riportati i primi dati raccolti durante la sperimentazione svolta presso una classe quinta della scuola primaria "G. Rodari" di Perugia. L'esperienza didattica si è tenuta nel mese di novembre dell'Anno Scolastico 2020-21. Nel dettaglio, tramite Google Moduli, sono stati somministrati: 1) un questionario rivolto alla docente che ha svolto l'attività; 2) una verifica per gli studenti a cui si è chiesto anche di esprimere il loro parere sul gioco. Una volta raccolte

queste informazioni, il questionario e le verifiche sono state confrontate per controllare se le credenze dell'insegnante confermavano o confutavano il reale stato d'apprendimento degli alunni e il loro effettivo gradimento.

4.1 Questionario del docente che ha svolto la sperimentazione

Partendo dall'analisi del questionario rivolto alla docente che ha svolto l'attività, la presente sperimentazione pilota sicuramente ha prodotto una serie di riflessioni positive. In *primis*, alla docente è stata rivolta la seguente domanda: "Gli studenti avevano già convertito dei numeri decimali in binario con altre tecniche numeriche?" La risposta della docente è stata negativa; inoltre è stato domandato: "Prima di aver usato D-BOX, agli studenti è stata fatta la spiegazione teorica del suo funzionamento?" La risposta della docente è stata affermativa. Di conseguenza, per l'insegnante che ha svolto l'attività, il grado d'interesse degli alunni è stato molto alto e, in aggiunta, hanno appreso rapidamente le regole del gioco. Inoltre, la docente ha riportato che, in sua presenza, gli studenti convertivano correttamente i numeri da decimale a binario, ma a volte sbagliavano a "individuare la piattaforma di partenza" e che "qualche alunno invertiva il procedimento, partendo dalla piattaforma sbagliata". Avvalendosi dell'utilizzo delle biglie e delle piattaforme, la docente ha avuto modo di evidenziare la cardinalità e la fisicità dei numeri (resi oggetti), che si è rivelato utile rispetto alla sola spiegazione canonica offerta tramite schemi di conversione puramente matematici, aiutando gli studenti a comprendere le potenze. Inoltre, è stata posta un'ulteriore domanda alla docente: "A tuo parere D-BOX ha anche un effetto inclusivo sul clima della classe?" A tale quesito l'insegnante ha espresso un giudizio positivo, poiché ha evidenziato che l'elemento ludico permette un coinvolgimento maggiore rispetto alle normali attività puramente logico-matematiche che richiedono principalmente un'attivazione dell'intelligenza di tipo logico-matematico; mentre D-BOX mette in moto l'intelligenza spaziale, sociale e corporeo-cinestetica (Gardner, 2002) coinvolgendo la motricità fine nel montaggio e nell'uso del gioco. Pertanto, la docente, sottolinea che, attraverso l'utilizzo del gioco, avviene un aumento della motivazione da parte degli studenti ad apprendere questa nuova nozione matematica e che, quasi tutti gli alunni, attraverso la materializzazione della quantità numerica (manifestata dalle biglie) hanno compreso il concetto di potenza di un numero. Inoltre, alla domanda: "Gli studenti hanno compreso che questo modo di memorizzare i numeri è legato al mondo digitale? ovvero del computer?" L'insegnante ha risposto che gli studenti avevano palesato tale connessione. Un'ulteriore domanda posta alla docente è stata: "Quante lezioni hai dedicato alla fase preparatoria di questa attività? puoi descrivere questa fase?" La risposta è stata la seguente: "La fase preparatoria di questa attività ha richiesto due lezioni da un'ora in cui, attraverso la lettura di un libro a fumetti che introduce ai calcolatori elettronici e che spiega il significato di Bit e Byte" – il libro in questione è *Il mio primo computer* (Novelli, 1983) – "è nata la curiosità negli alunni di convertire il nostro sistema di numerazione decimale in numerazione binaria". Di conseguenza, alla domanda: "Quante lezioni hai dedicato all'uso diretto di D-BOX con gli studenti e puoi descrivere questa fase operatoria?" La risposta della docente è stata: "In una prima lezione, di un'ora circa, agli alunni è stato presentato il video di una precedente versione di D-BOX². Dopo la visione del filmato gli alunni hanno ini-

2 D-BOX(https://www.youtube.com/watch?v=qu9qv_u-EMQ&t=35s&ab_channel=micheletodino)

ziato a giocare acquisendo in modo ludico l'idea del contare per potenze". La domanda successiva è stata: "Hai effettuato una fase finale ristrutturativa di confronto? In caso di una risposta affermativa, puoi descriverla?" La docente ha ribattuto: "Nella fase finale agli alunni è stata spiegata in maniera tradizionale il concetto di potenza. D-BOX ha reso l'attività matematica successiva interessante e piacevole". Inoltre, si noti che, in questa sequenza di domande, sono usate tre locuzioni tipiche degli *Episodi di Apprendimento Situato* (Rivoltella, 2013) che sono: 1) fase preparatoria; 2) fase operatoria; 3) fase finale ristrutturativa. Difatti con la docente si è concordato di impostare l'attività secondo questa metodologia. A questo punto il questionario proponeva una SWOT analisi, per stimare i punti di forza (*Strengths*), le debolezze (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*) e i rischi (*Threats*) di questa invenzione. Tramite una sequenza di quattro domande è stato chiesto: 1) "Puoi elencare una serie di "pro" che hai riscontrato in D-BOX?" La risposta della docente è stata: "D-BOX sviluppa una didattica laboratoriale in un'ottica di ricerca e cooperazione tra alunni e insegnanti, tra pari e attraverso l'esperienza percettiva del gioco. In tal modo, il bambino può osservare, descrivere, sbagliare e imparare attraverso prove ed errori"; 2) "Puoi elencare una serie di "contro" che hai riscontrato in D-BOX?" La risposta è stata: "Il principale punto debole è l'uso delle biglie che può risultare un pericolo laddove vi sia la presenza di alunni [con particolari difficoltà di motricità fine]" che potrebbero sentirsi esclusi dall'attività; 3) "Puoi elencare una serie di "rischi" (didattici) che hai riscontrato in D-BOX?", L'opinione dell'insegnante è la seguente: "Il rischio è insito nel mettersi in gioco. Alcuni bambini all'inizio erano spaventati e rinunciavano a provare ma, spinti da un "fare insieme", hanno accettato di provare e di sperimentare vincendo le loro paure iniziali"; 4) l'ultima domanda della SWOT analisi era: "Puoi elencare una serie di "opportunità" che hai riscontrato in D-BOX?", La risposta è stata: "D-BOX ha contribuito a rendere l'apprendimento delle potenze creativo e intuitivo". Un'ultima domanda terminava il questionario: "Vuoi riportare qualche commento particolare dei tuoi studenti?" La docente riporta che uno studente ha dichiarato "Maestra ma è facilissimo", una studentessa ha detto "Maestra, vogliamo fare molti più piani" e infine un ultimo studente ha affermato: "Maestra, io a casa con il papà costruirò la D-BOX". Nel prossimo sotto paragrafo è possibile confrontare l'impressione della docente con i risultati delle verifiche degli studenti e se effettivamente il gioco è stato semplice da usare.

4.2 Verifica svolta, considerazioni sull'attività degli studenti e i risultati emersi in cifre

In questo paragrafo sarà possibile verificare se c'è riscontro tra quanto sostenuto dalla docente che ha svolto l'attività e quanto invece emerge dalla verifica compiuta su 15 studenti della scuola "G. Rodari". Prima di iniziare la verifica gli studenti sono stati invitati a effettuare alcune considerazioni sull'attività svolta. In Figura 4 è stato riportato quanto "è piaciuta" l'attività con D-BOX, dando un voto da 1 a 10; in Figura 5 invece sono riportati i valori della domanda: "quanto erano facili da capire le regole di D-BOX" (1= facile, 10 = difficile). Una volta raccolte le credenze degli studenti è iniziata la verifica vera e propria.

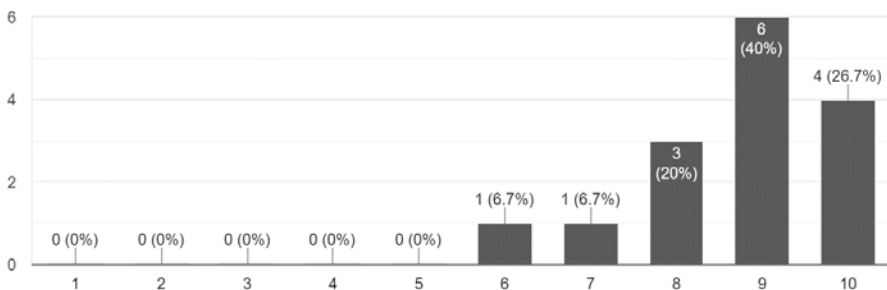


Figura 4: livello di gradimento di D-BOX da parte degli studenti.

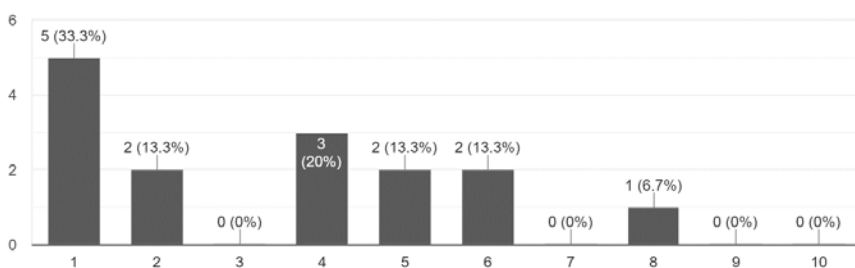


Figura 5: percezione della difficoltà delle regole da parte degli studenti.

Ai 15 studenti è stato chiesto di convertire il numero 4_{10} e tutti gli studenti hanno risposto esattamente (100% di risposte corrette). Quindi è stato chiesto di convertire il numero 7_{10} (che richiede più attenzione non essendo multiplo del numero 2_{10} o potenza di 2_{10}) e solo l'87,5% ha risposto correttamente (2 studenti su 15 hanno risposto in modo scorretto). Pertanto, si è chiesto di convertire il numero 2_{10} (un quesito semplice ma che può portare in inganno) e il 93,8% degli studenti ha risposto correttamente (una sola risposta scorretta). Infine, si è chiesto di convertire il numero 25_{10} (ipotizzando una piattaforma aggiuntiva da 16 incavature per verificare la capacità di estendere la numerazione) e il 93,8% degli alunni ha risposto correttamente. Per verificare la capacità di riflettere sul concetto di zero (fondamentale per poter proseguire gli studi matematici dopo la scuola primaria) è stato chiesto di convertire il numero 0_{10} nel suo equivalente binario tramite D-BOX (per fare questo gli studenti dovevano lasciare tutte le piattaforme vuote) e il 100% dei bambini ha risposto correttamente. A questo punto si è chiesto agli studenti di leggere due numeri binari a cinque cifre e convertirli in decimale. Alla richiesta di convertire in decimale il numero binario 00111_2 , l'81,3% degli alunni ha risposto correttamente e l'87,5% degli alunni ha convertito correttamente 00001_2 . Per verificare se gli alunni avessero messo in relazione il gioco con le potenze del numero due è stato ulteriormente chiesto: 1) di convertire 2^3 e il 100% ha risposto correttamente; 2) di convertire 2^1 e il 93,8% ha risposto correttamente; 3) di convertire 2^0 e il 68,8% ha risposto correttamente. L'ultimo quesito era decisamente più difficile per la scuola primaria perché richiedeva la conoscenza di una nozione mnemonica che solo con lo studio dell'analisi matematica diviene, invece, un elemento "ricco" di significato logico, abbinata a definizioni

rigorose che tiene conto della sua parità e di numerosi altri fattori (Amerio, 2000).

A fine questionario sono state richieste alcune informazioni aggiuntive ai bambini, in particolare di rispondere a due domande: in *primis* si è chiesto: “Se hai commesso errori, quale hai fatto più spesso prima di capire come funzionava D-BOX?” Uno studente ha affermato che ha avuto difficoltà con i numeri dispari, questo non deve stupire perché la conversione binaria è più semplice per i numeri pari, difatti la matematica sottesa alla conversione di un numero decimale in binario è la seguente: “occorre utilizzare un metodo interattivo che consiste in una serie di divisioni successive: si divide il numero decimale per due e si riportano il risultato e il resto, e si procede in questo modo finché il risultato non diventa uguale a 0; il valore binario corrispondente è quello che si ottiene riportando i resti a partire dall’ultimo ottenuto” (Barbero, Vaschetto, 2017, p.21) e pertanto i numeri pari hanno resto 0 nell’ultima divisione facilitando il calcolo mentale; un altro studente ha dichiarato di aver inizialmente sbagliato l’identificazione della piattaforma di partenza. Infine quando ai bambini è stato chiesto: “Ti è piaciuto usare le biglie e le piattaforme per fare matematica?” Ognuno ha risposto dando un voto da 1 a 10 (Figura 6).

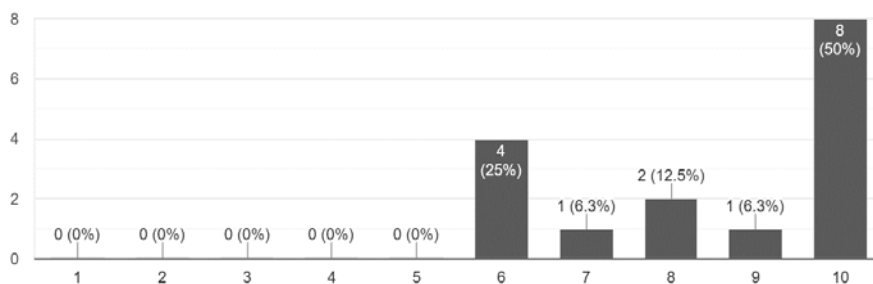


Figura 6: livello di gradimento dell’intera attività ludico-didattica da parte degli studenti.

Confrontando l’attività di verifica con il questionario somministrato alla docente Giovanna Parisi, che si ringrazia per aver svolto celermente l’attività sperimentale, effettivamente gli studenti, in buona parte, hanno appreso la conversione decimale-binaria attraverso l’uso di D-BOX. Effettivamente, se si confrontano i dati ottenuti a Perugia con il quesito D18 della Prova nazionale INVALSI di matematica del 2011 (Ponzo, 2017), la percentuale di risposte esatte ottenute con D-BOX riguardo il concetto delle potenze del 2 è in linea, addirittura, con la percentuale riscontrata sul campione nazionale (63,9%) relativa a uno dei cinque quesiti di matematica più difficili proposti dall’INVALSI (Ivi, p. 95). Se a questo si aggiunge che nella classe pilota erano presenti due studenti DSA con discalculia e due studenti BES con svantaggio socio-economico e culturale provenienti dall’Albania, l’uso di D-BOX sembra favorire una didattica inclusiva per questo campo specifico della matematica. Pertanto, è ipotizzabile una sperimentazione su più larga scala e sarebbe interessante effettuare una futura ricerca per confrontare i risultati ottenuti con quelli riportati in altri lavori scientifici che utilizzano la lezione frontale per spiegare le potenze matematiche nella classe quinta della scuola primaria (Pilten, 2010).

5. Conclusioni

Nella piena consapevolezza che non è possibile generalizzare i dati preliminari per affermare che il gioco D-BOX possa favorire l'acquisizione del metodo di conversione binaria, tuttavia, i dati raccolti e la SWOT analisi fanno emergere più opportunità che contro. Riguardo alla modalità didattica si ritiene opportuno continuare tramite EAS e cercando soluzioni vicarianti (Sibilio, 2014) per gli studenti che hanno uno stile di apprendimento che non viene valorizzato dall'attività proposta. Più in generale, questo progetto di ricerca si colloca nello studio delle tecnologie progettate per la didattica e la scelta di ideare il gioco didattico D-BOX deriva dal bisogno di potenziare le competenze logico-matematiche dei futuri cittadini europei esplorando una nuova modalità di apprendimento. Si è deciso di rendere disponibile il modello 3D di D-BOX sul sito web del Laboratorio H del Dipartimento di Scienze Umane, Filosofiche e della Formazione (DISUFF) dell'Università degli Studi di Salerno (<http://www.labh.it/dbox/>) per permettere a chiunque di poterlo adottare nella propria scuola. Nello specifico, è possibile scaricare il gioco sotto licenza *International Creative Commons 4.0*.

Riferimenti bibliografici

- Amerio, L. (2000). *Analisi Matematica con Elementi di Analisi Funzionale*. Milano: UTET.
- Barbero, A., & Vaschetto, F. (2017). *Dal bit alle App. Scratch, CLanguage, Python, Pascal, Java. App inventor per android*. Londra: Pearson.
- Cottini, L. (2018). La dimensione dell'inclusione scolastica richiede ancora una didattica speciale?. *L'integrazione scolastica e sociale*, 17 (1), 11-19.
- D'Amore, B., & Pinilla, M. I. F. (2019). *Terramare matematica. Classe quinta. Per la Scuola elementare. Con e-book. Con espansione online*. Firenze: Giunti. https://dbookeasy.giuntiscuola.it/app/books/GIAC90_75678T/pdf/6
- Dewey, J. (1961). *Come pensiamo: Una riformulazione del rapporto fra il pensiero riflessivo e l'educazione* (A. Guccione Monroy, Trans.). Firenze: La Nuova Italia (Original work published 1910).
- Gardner, H. (2002). *Formae mentis. Saggio sulla pluralità della intelligenza*. Milano: Feltrinelli.
- Harel, I. E., & Papert, S. E. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Iossa, P. (1992). *Il primo apprendimento matematico e scientifico del bambino. Guida alla formazione, all'aggiornamento e alla preparazione ai corsi per gli insegnanti della scuola dell'infanzia*. Napoli: Marco Derva j.
- Novelli, L. (1983). *Il mio primo libro sui computer*. Milano: Mondadori.
- ONU. Organizzazione delle Nazioni Unite. (2015). *Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 25 settembre 2015. Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*. <https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Agenda-2030-Onu-italia.pdf>
- Papert, S. (1996). An Exploration in the Space of Mathematics Educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.
- Pilten, P. (2010). Evaluation of mathematical powers of 5th grade primary school students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2 (2), 2975-2979.
- Pilten, P., & Yener, D. (2010). Evaluation of metacognitive knowledge of 5th grade primary school students related to non-routine mathematical problems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1332-1337. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810002363>
- Ponzio, S. (2017). I 5 quesiti più difficili di matematica + 19 da proporre in classe. Bologna: Zanichelli. https://online.scuola.zanichelli.it/invalsi/files/2017/11/I-5-quesiti-piu%cc%80-difficili-dellINVALSI-di-matematica-2017_medie.pdf

- Rivoltella, P. C. (2013). *Fare didattica con gli EAS. Episodi di Apprendimento Situato*. Brescia: La Scuola.
- Rocchi, N. (1969). *Parliamo di insieme*. Bologna: Istituto Didattico Editoriale Felsineo.
- Sabatini, F. (2017). *Lezione di italiano. Grammatica, storia e buon uso*. Milano: Mondadori.
- Sciuto, D., & Bolchini, C. (2006). *Informatica II. Struttura dei Sistemi Digitali*. Milano: Esculapio.
- Sibilio, M. (2014). *La didattica semplice*. Napoli: Liguori.
- Todino, M. D., Campitiello, L., & Di Tore, S. (2020). D-BOX: how to teach binary code using a game in primary school. *Form@ re- Open Journal per la formazione in rete*, 20(3), 86-102.
- Unesco. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2003). *The Games children play: the foundation for mathematical learning*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132671>