

# Gran Sasso videogame: la fisica e il gioco nei laboratori sotterranei del Gran Sasso

## *The Gran Sasso videogame: physics and gaming in the Gran Sasso underground laboratory*

Alessia Giampaoli<sup>A\*</sup>, Lisa Lazzarato<sup>B</sup>, Francesca Conti<sup>C</sup>, Alba Formicola<sup>A</sup> and Ivan Venturi<sup>D</sup>

A) INFN, Gran Sasso National Laboratory, Assergi, Italy, alessia.giampaoli@lngs.infn.it\*, alba.formicola@lngs.infn.it

B) formicablu, Bologna, Italy, lisa@formicablu.it

C) formicablu, Roma, Italy, francesca@formicablu.it

D) IV Productions, Bologna, Italy, ivan@ivproductions.it

\* corresponding author

**HOW TO CITE** Giampaoli, A., Lazzarato, L., Conti, F., Formicola, A., & Venturi, I. (2020). Gran Sasso videogame: la fisica e il gioco nei laboratori sotterranei del Gran Sasso. *Italian Journal of Educational Technology*, 28(1), 43-61. doi: 10.17471/2499-4324/1077

**SOMMARIO** Gran Sasso videogame è un videogioco ambientato nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, i laboratori sotterranei più grandi al mondo. Protagonista è l'alieno Zot che, catapultato per sbaglio nei Laboratori, riuscirà a tornare a casa solo dopo aver aiutato gli scienziati che vi lavorano a ripristinare quattro esperimenti. Il gioco è accompagnato da materiali didattici e schede di approfondimento che raccontano l'attualità della fisica: la fisica del neutrino, la materia oscura e l'astrofisica nucleare. Una versione preliminare del videogioco è stata utilizzata da ragazzi e presentata a docenti, al fine di ottenere indicazioni per il suo miglioramento. Attualmente, una nuova versione è in corso di realizzazione in vista di una ulteriore sperimentazione più estesa.

**PAROLE CHIAVE** Videogiochi; Serious Games; Didattica della Fisica; Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS).

**ABSTRACT** Gran Sasso is a videogame set in Italy's Gran Sasso National Laboratories, the largest underground laboratories in the world. The protagonist is Zot, an alien who is catapulted by mistake into the laboratories, and who can only return home after helping the scientists working there to restore four experiments. The game, featuring pixel art design, is accompanied by educational materials and in-depth reports that tell the story of physics frontiers: neutrino physics, dark matter and nuclear astrophysics. A preliminary version of the game has been tested by students and presented to teachers to obtain feedback for improvement. Presently, a new version is being completed with a view to conducting more extensive experimentation.

**KEYWORDS** Videogames; Serious Games; Physics Education; Gran Sasso National Laboratory (LNGS).

## 1. INTRODUZIONE

Una caratteristica importante di molti videogiochi è quella di mettere alla prova il giocatore, le sue capacità e le sue conoscenze, spingendolo a cercare nuove informazioni e strategie per progredire nel gioco stesso (Abdul Jabbar & Felicia, 2015; Gee, 2005).

Sono ormai numerose le ricerche che indicano una loro crescente presenza nella vita di giovani e adulti negli ultimi anni (López, 2010): il grande successo riscosso dai videogiochi appare legato proprio alla loro capacità di offrire un'esperienza stimolante e fortemente motivante (Interactive Software Federation of Europe, 2008).

A seguito di questo importante fenomeno a livello sociale e culturale, l'idea che i videogiochi possano essere utilizzati con scopi didattici ed educativi si è fatta strada sia tra le imprese che sviluppano videogiochi sia nel mondo accademico e molti ricercatori hanno iniziato a studiare la relazione tra videogiochi e apprendimento.

Negli ultimi 25 anni sono stati progettati e sviluppati molteplici videogiochi educativi, tra i quali anche videogiochi basati su contenuti scientifici, con l'intento di combinare l'istruzione e l'intrattenimento. Questo lavoro descrive la realizzazione e i primi dati sperimentali d'uso di un innovativo videogame per avvicinare i ragazzi al mondo della fisica moderna.

Dopo una panoramica, che non vuole essere esaustiva, del legame dei videogame con i percorsi di apprendimento, viene presentato il progetto "Gran Sasso videogame", da cui il gioco ha avuto origine. Nella sezione 2 vengono descritti l'ideazione, lo sviluppo del gioco e i materiali didattici elaborati per condurre il giocatore ad esplorare gli esperimenti in corso nel più grande laboratorio sotterraneo di fisica astro particellare (Laboratori Nazionali del Gran Sasso, INFN). Nella sezione 3 sono presentati e discussi i primi dati della sperimentazione raccolti sia in un evento dedicato al grande pubblico INFN Open Day 2018, sia in un workshop dedicato agli insegnanti nel contesto della Fiera DIDACTA 2018, corredati da dati sull'uso. Infine, si traggono alcune conclusioni dall'esperienza e si tracciano le prossime tappe del progetto.

### 1.1. *Videogiochi e apprendimento*

L'importanza della componente ludica nell'apprendimento è stata riconosciuta in ambito psicologico e pedagogico, ma quali siano le potenzialità di apprendimento offerte dall'uso dei videogiochi è un tema ancora ampiamente dibattuto.

Vedere il contenuto educativo sotto forma di gioco, sfruttando i meccanismi d'immersione e interazione tipici dei videogiochi, può migliorare alcune competenze e conoscenze dell'utilizzatore (López Campino, 2009). In letteratura sono presenti diversi lavori di rassegna (i.e. Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey & J.M.Boyle, 2012; Clark, Tanner-smith, & Killingsworth, 2016; Girard, Ecalle, Magnan, 2013; Wouters & van Oostendorp, 2013) che esaminano dettagliatamente il potenziale impatto dei videogame per utenti di età pari o superiore ai 14 anni relativamente all'apprendimento, al miglioramento delle competenze e al coinvolgimento. Alla luce di questi studi possiamo affermare che questo tipo di esperienze ludiche innescano modificazioni significative nei giocatori e che, in accordo con Gee (2005), i videogiochi rappresentano un ottimo strumento per apprendere sulla base dell'esperienza.

Essi agiscono sulla motivazione, su obiettivi chiari, feedback immediati e continui, tutte caratteristiche alla base dell'esperienza cognitiva (Ceccherelli, 2012). Per Gee, con i videogiochi si fa esperienza attiva, si mettono in pratica meccanismi di ricerca, analisi, sperimentazione volti alla soluzione di un problema aumentando così efficacemente le capacità di apprendimento. A conferma di ciò, alcuni autori (Bavelier, Green, Han, Renshaw, Merzenich, & Gentile, 2011) hanno studiato l'influenza dei videogiochi sulla struttura neuronale dei giocatori, e quindi sulle loro capacità cognitive. I videogiochi spingono il giocatore a

fare, agire e interagire, allenandone il cervello a configurazioni che possono risultare strategiche in diverse situazioni anche nella vita reale. Per rafforzare questo concetto Antinucci (2001) scrive che “giocando si migliora sempre la propria performance (perlomeno fino a quando non si raggiunge il tetto della propria capacità, e anche allora si continua a progredire anche se molto lentamente), si passa cioè da un sapere o sapere poco a un sapere di più”.

Ciascun gioco digitale genera esperienze cognitive complesse attraverso un utilizzo peculiare degli elementi e delle dinamiche di gioco che lo caratterizzano (Lòpez Campino, 2009), pertanto il problema di classificare e analizzare i videogiochi da un punto di vista educativo è decisamente complesso.

Ai fini di questo lavoro ci limiteremo a distinguere tra due grandi categorie di giochi: gli “entertainment games”, che sono nati con obiettivi prettamente ludici, ma che presentano comunque potenzialità per l’apprendimento (Persico et al., 2019), e i Serious Games, che nascono invece con l’obiettivo di “educare, formare, informare” (Ratan & Ritterfeld, 2009). Benassi (2013) sottolinea che i Serious Games hanno “un esplicito e ben calibrato scopo educativo e non sono destinati ad essere giocati principalmente per divertimento”.

La ricerca sul rapporto tra videogiochi e educazione è proliferata in maniera significativa e negli ultimi anni sono nati centri di ricerca dedicati quali il Serious Games Institute in Inghilterra, il Games for Learning Institute della Microsoft e il Games, Learning and Society Group della Wisconsin-Madison University.

Nei report annuali dell’Associazione Editori Sviluppatori Videogiochi Italiani (AESVI) è riportata un’analisi dettagliata della distribuzione per fasce di età dei videogiocatori, dei dispositivi utilizzati per giocare, la frequenza e la tipologia di gioco (Associazione Editori Sviluppatori Videogiochi Italiani, 2016, 2017, 2018). Un’interpretazione dei dati raccolti ed eventuali correlazioni dei parametri esula dai fini del presente lavoro, ma ciò che ci preme sottolineare è come sia cresciuto negli anni l’interesse nei videogiochi, tanto che nel 2017, il 57% della popolazione italiana tra i 16 e i 64 anni, corrispondente a 17 milioni di persone ha giocato ai videogiochi nei 12 mesi precedenti, prediligendo come dispositivo lo smartphone.

Poche ricerche, sino ad oggi, hanno analizzato il rapporto fra la scuola, in quanto istituzione, e i videogiochi, ad esempio, un’indagine svolta nel 2008-2009 dall’ISFE e dall’European Schoolnet, riporta sei casi studio con più di 500 insegnanti coinvolti. L’indagine volta all’uso del videogioco (educativo e/o commerciale) in classe (Wastiau, Kearney, & Van den Berghe, 2009) ha portato alla pubblicazione di un manuale per gli insegnanti sull’impiego dei videogiochi ai fini didattici (Felicia, 2009).

La scuola, sempre più orientata a un approccio di “sperimentazione”, necessita di strumenti adatti che permettano di integrare il metodo d’insegnamento e apprendimento con i nuovi strumenti e linguaggi (Didoni, 1995). A tal fine, secondo Tanoni (2003), la scuola deve mobilitarsi per incorporare il linguaggio dei videogiochi nelle sue aule secondo la formula del “play to learn” - “learn to play” come base per un apprendimento moderno che integra metodi classici di insegnamento con l’apprendimento mediante i nuovi linguaggi.

Secondo Benassi (2013), per comprendere le effettive potenzialità didattiche dei videogiochi di tipo *entertainment*, occorre operare un cambio di prospettiva e adottare criteri di valutazione diversi rispetto a quelli tradizionali. Riflettendo sul modo in cui i giocatori partecipano al videogioco, si può affermare che il più delle volte oltre all’acquisizione di conoscenze i giocatori sono portati a sviluppare attitudini e competenze peculiari.

Un esempio di ampio successo a livello internazionale, nella categoria di videogioco “entertainment” è sicuramente World of Warcraft (2004)<sup>1</sup> che nel 2010 registrava circa 12 milioni di giocatori.

<sup>1</sup> <https://worldofwarcraft.com/it-it/>

Il gioco è caratterizzato dallo svolgimento di missioni a difficoltà progressive da compiere individualmente o in gruppo. Una sperimentazione che ha coinvolto 7 classi prime di un liceo scientifico (Benassi, Orlandi, Cantamesse, Galimberti, & Giacoma, 2013), ha evidenziato un potenziamento del livello di adattamento sociale dei gruppi coinvolti.

## **1.2. Serious games**

Gli esperti del settore videoludico definiscono i “serious game” come videogiochi il cui obiettivo primario non è l'intrattenimento ma l'apprendimento (D'Aprile & Ulloa Severino, 2016; Durkin, 2010).

Affinché i serious games siano efficaci a livello di apprendimento e coinvolgenti al tempo stesso, tre sono gli aspetti principali da tenere in considerazione: simulativo, ludico e formativo (Anolli & Mantovani, 2011). Il fattore simulativo consente all'utente di fare delle esperienze e di entrare quindi in contatto con i contenuti da apprendere. L'aspetto ludico, che permette di distinguere i serious games da tutti i simulatori, fornisce gli elementi motivazionali e di coinvolgimento dell'utente. Infine, l'aspetto formativo, è caratterizzato da dinamiche di gioco che favoriscano l'adozione di strategie che richiedano l'utilizzo e lo sviluppo delle conoscenze e delle competenze da apprendere. Tali elementi, oltre a rendere i videogiochi appetibili, sono in grado di motivare l'utente nel processo di formazione. Inoltre, la presenza di informazioni ed elementi formativi differenzia i serious games dalle altre tipologie di videogiochi in quanto l'apprendimento rappresenta il principale obiettivo di questi strumenti (Anolli & Mantovani, 2011).

## **1.3. Videogiochi scientifici**

Sebbene esista un diffuso scetticismo circa l'impiego dei videogame come strumenti di supporto all'insegnamento delle scienze, vi sono state esperienze che suggeriscono di adottare un atteggiamento più possibilista (Mayo, 2009).

Rispetto a una lezione standard, si può raggiungere un miglioramento dell'apprendimento che varia da un +7%, per discipline come l'algebra, secondo un'analisi condotta in una scuola superiore su un campione di 193 studenti (Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010), a un +40% per la biologia, come dimostra un'analisi condotta in un college su un campione di 238 studenti (McClellan, Saini-Eidukat, Schwert, Slatore, & White, 2001). Tra le diverse tipologie di videogiochi realizzati come strumento pedagogico, la maggioranza di quelli incentrati su una disciplina scientifica sono sviluppati come “puzzle game” che richiedono la soluzione di enigmi sotto forma di puzzle logici o strategici.

Di seguito una panoramica non esaustiva di esempi di videogiochi su temi scientifici.

Foldit (2008)<sup>2</sup> ad esempio, è un videogioco sviluppato presso l'Università di Washington, nato con l'intento di promuovere la ricerca scientifica nel campo delle proteine. L'applicazione visualizza una rappresentazione grafica della struttura della proteina, che l'utente può manipolare con l'aiuto di un insieme di strumenti, al fine di trovare una struttura a più bassa energia e perciò più probabile. Per giocare a Foldit non è indispensabile sapere come è fatta una proteina, per vincere basta avere intuito, logica e una buona percezione dello spazio e delle forme. I giocatori hanno modo di partecipare alla messa a punto di nuove proteine sintetiche, sviluppando anche particolari abilità di problem solving.

Un gruppo di ricercatori e sviluppatori di giochi e artisti visivi dell'Università di Aarhus, in Danimarca, ha realizzato dei giochi scientifici con l'obiettivo di rivoluzionare la ricerca scientifica e l'insegnamento attraverso un gioco che affronta la fisica classica e quantistica (Pedersen, Borre, Lieberoth, & Sherson, 2016). EyeWire (2012)<sup>3</sup> realizzato presso il MIT di Cambridge (Stati Uniti), permette di mappare in 3D le con-

<sup>2</sup> <https://fold.it/portal/>

<sup>3</sup> <https://eyewire.org/explore>

nessioni neurali del cervello. Si gioca scorrendo le immagini bidimensionali e colorando le aree mancanti dall'intelligenza artificiale, individuando o estendendo nuovi rami.

Nell'ambito dei videogiochi che riguardano la fisica si parte con *The Incredible Machine4* già nel 1992 per poi proseguire con *Armadillo Run* (2006)<sup>5</sup>, *Amazing Alex* (2012)<sup>6</sup> fino a *Bad Piggies*<sup>7</sup> nel 2012: in questa tipologia di giochi si richiede lo spostamento di oggetti attraverso la simulazione delle proprietà fisiche reali, costruendo mezzi utili allo spostamento e collegando tra loro gli oggetti disponibili.

*Ludwig* (2014)<sup>8</sup> è un serious game sulle energie rinnovabili, che non penalizza azione e divertimento, destinato principalmente agli studenti e agli insegnanti. Il suo sviluppo è stato accompagnato da un progetto di ricerca e ha ricevuto numerosi feedback da studenti e insegnanti, i quali hanno ritenuto il progetto soddisfacente per la qualità e per i contenuti di apprendimento (Wernbacher, Pfeiffer, Wagner, & Hofstätter 2012), dimostrando i potenziali vantaggi e le sfide dell'apprendimento basato sul gioco digitale.

Negli ultimi anni il Game Lab del MIT ha pubblicato *A Slower Speed of Light* (2013)<sup>9</sup>, un gioco basato sulla sperimentazione della relatività in prima persona, per aiutare gli studenti a capire e a visualizzare questi fenomeni. Il videogioco ha ottenuto grande successo ed è stato scaricato più di 78.000 volte (Kortemeyer, Tan, & Schirra, 2013), dando credibilità all'idea che produrre giochi gratuiti e facili da utilizzare possa fornire strumenti per diffondere la ricerca scientifica presso il grande pubblico.

Lo stesso gruppo ha pubblicato *OpenRelativity* (2013)<sup>10</sup>, un pacchetto di strumenti open source per simulare gli effetti della relatività speciale all'interno del popolare motore di gioco Unity (Sherin, Cheu, & Tan, 2016). Destinato a sviluppatori di giochi, educatori e a tutti gli appassionati di fisica, *OpenRelativity* può aiutare le persone a creare, testare e condividere esperimenti per esplorare gli effetti della relatività speciale. Il pacchetto di strumenti è stato scaricato 117.000 volte con recensioni positive, ciò nonostante finora non sono stati condotti studi formali sulla sua efficacia educativa.

## 2. IL PROGETTO

*Gran Sasso Videogame* (2018)<sup>11</sup> è stato realizzato nell'ambito del progetto PILA (Physics In Ludic Adventure), vincitore di un bando MIUR rivolto a "Iniziativa per la diffusione della cultura scientifica" nell'ambito della legge 6/2000 (Accordo ACPR15T4\_00267), coordinato dai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN. L'innovatività del progetto proposto però non è insita solo nello strumento scelto, ma anche nei temi che vengono trattati: lo studio della particella più elusiva del nostro universo: il neutrino, l'esistenza della materia non visibile, la materia oscura, l'affascinante evoluzione delle stelle riprodotte in laboratorio con l'astrofisica nucleare.

In primo piano, quindi, vi sono l'attualità della fisica e l'ambiente in cui viene prodotta la nuova scienza. *Gran Sasso Videogame* è un serious game, ambientato nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, che si propone di avvicinare i ragazzi (14-19 anni) alla fisica sfruttando le dinamiche videoludiche. Alla

<sup>4</sup> [https://archive.org/details/the\\_incredible\\_machine\\_1992](https://archive.org/details/the_incredible_machine_1992)

<sup>5</sup> <http://www.armadillorun.com/>

<sup>6</sup> <http://www.amazingalex.com/>

<sup>7</sup> <http://www.badpiggies.com/>

<sup>8</sup> <http://www.playludwig.com/en/>

<sup>9</sup> <http://gamelab.mit.edu/games/a-slower-speed-of-light/>

<sup>10</sup> <http://gamelab.mit.edu/research/openrelativity/>

<sup>11</sup> <http://www.gransassovideogame.it/>

produzione del gioco hanno contribuito ricercatori in fisica (LNGS-INFN), comunicatori della scienza (formicablu srl<sup>12</sup>) ed esperti di videogiochi, della casa di produzione IV Productions<sup>13</sup>.

Il progetto PILA ha avuto una durata di 24 mesi e prevede, oltre alla realizzazione del videogame, la creazione di un sito web con materiali a supporto della didattica. Nel secondo anno di progetto verrà condotta una ‘user experience evaluation’ al fine di mettere a punto la versione definitiva del videogiochi e dei relativi materiali per la didattica.

## **2.1. Sviluppo del gioco**

### **2.1.1. Ideazione**

Il punto di partenza per realizzazione di Gran Sasso Videogame è l’ambiente in cui si sviluppa. I Laboratori Nazionali del Gran Sasso per le loro dimensioni sono il centro di ricerca sotterraneo operativo più grande del mondo: con le tre grandi sale sperimentali, ognuna delle quali misura circa 100 m di lunghezza, 20 m di larghezza e 18 m di altezza e con i tunnel di servizio, complessivamente raggiungono un volume totale di circa 180.000 metri cubi. I 1.400 m di roccia che sovrastano i Laboratori costituiscono una copertura tale da ridurre il flusso dei raggi cosmici di un fattore 1 milione. I raggi cosmici sono particelle di origine galattica ed extragalattica, che costituiscono un segnale di fondo negli apparati sperimentali, particolarmente per quelli dedicati allo studio di fenomeni estremamente rari. Principali argomenti di ricerca dell’attuale programma sono: la fisica dei neutrini naturalmente prodotti nel Sole e nelle esplosioni di Supernova, la ricerca di particelle di materia oscura, lo studio di reazioni nucleari di interesse astrofisico e i decadimenti rari. Rassegne dedicate sono presentate in Costantini et al. (2009) e Pirro e Mauskopf (2017).

Partendo da questa ambientazione unica – a seguito di una serie di interviste rivolte ai ricercatori coinvolti nei vari esperimenti, sono state raccolte informazioni riguardo la loro attività, le motivazioni e le passioni – da cui sono emersi suggerimenti e spunti per il racconto videoludico. In particolare sono stati analizzati gli elementi che potevano suscitare curiosità nei ragazzi, le sfide tecnologiche e di conoscenza, il fascino dell’ambientazione all’interno delle enormi sale sotterranee.

È nata così l’idea di un gioco di tipo “adventure”: un’ esplorazione degli ambienti sotterranei dove è possibile interagire con oggetti e personaggi per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Nella scrittura della sceneggiatura sono confluiti i diversi punti di vista del gruppo di lavoro per ottenere un’esperienza di gioco godibile per gli studenti, ma anche pienamente soddisfacente per gli addetti ai lavori e per i ricercatori che lavorano nei Laboratori stessi. La scelta di coinvolgere i ricercatori dei Laboratori è stato un elemento innovativo che ha permesso di proporre le quattro aree di ricerca con una dose di realismo per nulla banale, mettendo il giocatore nelle condizioni di conoscere, capire e provare a vivere gli ambienti che circondano la vita dei ricercatori. Tutto questo è stato fatto con l’auspicio che prenda vita nei ragazzi la voglia di ampliare le loro conoscenze sul mondo della ricerca, di uscire dal videogame per continuare a conoscere la fisica moderna anche mediante le schede a supporto del gioco. Alla trama principale è affidata la componente fiction del gioco: l’alieno Zot, capitato per un imprevisto spazio-temporale nel nostro Universo, deve apprendere alcuni principi della fisica per poter configurare correttamente la propria astronave e tornare a casa. Attorno alla trama principale si articolano le quattro sotto-trame, nelle quali si ricompongono alcuni esperimenti ispirati a quelli realmente in corso ai LNGS.

<sup>12</sup> <http://www.formicablu.it/>

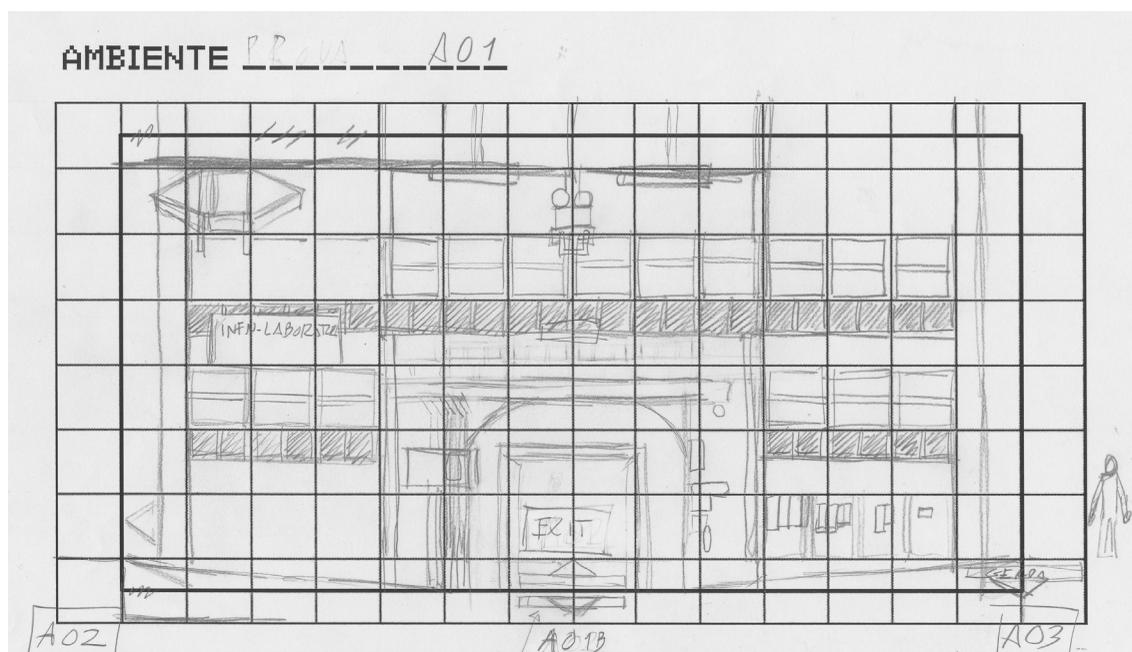
<sup>13</sup> <https://www.ivproductions.it/>

### 2.1.2. Realizzazione del gioco

Gran Sasso Videogame è stato progettato per essere utilizzato nelle classi secondarie di secondo grado, all'interno di una singola lezione, in cui una o più sessioni di gioco possono essere portate a completamento nell'arco temporale tra mezz'ora e due ore, oppure anche da utenti "generici", prevalentemente minorenni e/o con interessi specifici verso la fisica, quindi con un'immediatezza di comprensione delle regole del gioco e un'accessibilità più alta possibile.

Nella realizzazione del videogioco si è cercato di individuare i punti affascinanti della tematica, in primis il fascino della tecnologia di avanguardia dei laboratori sotterranei, la loro imponenza, in spazi e attrezzature. Un laboratorio difficilmente immaginabile per le sue caratteristiche, molto diverso dalla comune idea di laboratorio presso un'università o presso un centro di ricerca. È stata amplificata la cromaticità degli ambienti per rendere una sensazione di vivace comfort.

Nelle prime fasi del game design è stata realizzata una serie di bozzetti (Figura 1). Tutti gli ambienti di gioco sono stati realizzati basandosi su riferimenti fotografici disponibili pubblicamente e sulla visita del team di sviluppo nelle sale sperimentali dei LNGS (Figura 2 e 3). Una volta creati gli ambienti di gioco è stata decisa la posizione di tutti gli elementi necessari allo svolgimento della trama.



**Figura 1.** Uno dei bozzetti realizzati per la riproduzione degli ambienti dei laboratori sotterranei nel videogioco. Il bozzetto raffigura l'ingresso a una delle sale sperimentali.



Figura 2. Foto dell'ingresso di una delle tre sale sperimentali dei LNGS.

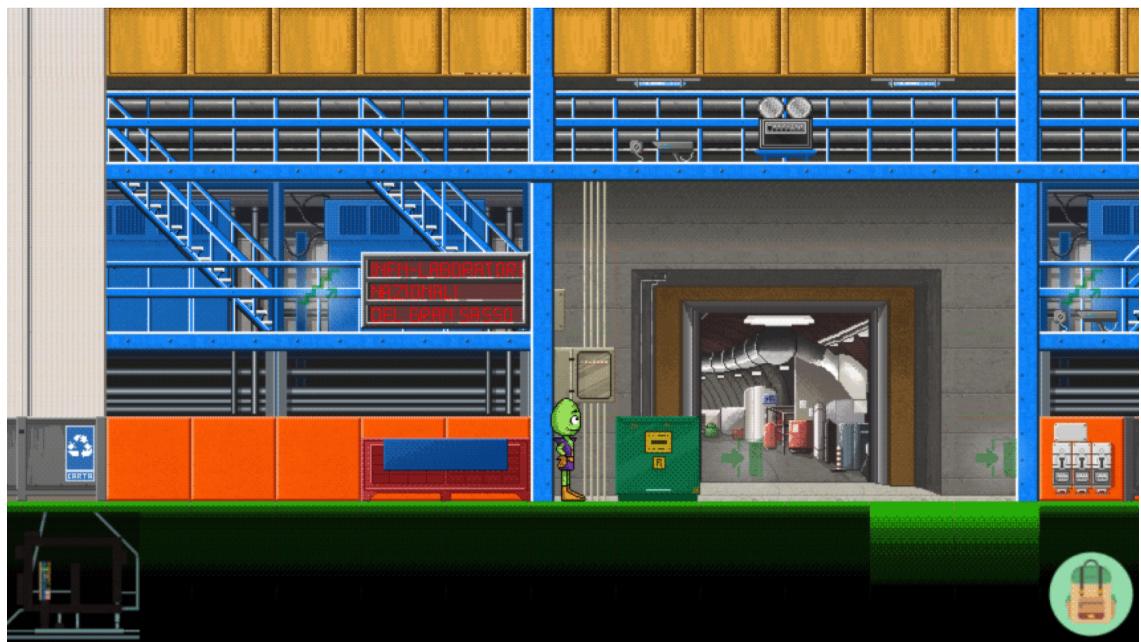


Figura 3. L'ingresso di una delle tre sale sperimentali dei LNGS riprodotto con la tecnica pixel art.

Gran Sasso Videogame è stato sviluppato con particolare attenzione all'accessibilità, nel senso più ampio del termine:

- accessibilità tecnica: lo stile grafico è retro, in gergo pixel art, ben conosciuto nel mondo dei videogiochi. Questo stile prende ispirazione dai videogiochi anni '80-'90 in cui i "pixel", ovvero i puntini luminosi che compongono le immagini digitali, erano ben visibili a causa della bassa risoluzione degli schermi catodici e rendevano i bordi delle immagini *seghettati* e le sfumature composte dai pixel formavano dei reticoli perpendicolari. Questo stile grafico, da qualche anno tornato di moda, ha il vantaggio di essere realizzabile economicamente e produce immagini "leggere" e quindi adatte ad essere scaricate rapidamente dal web, grazie alla tecnologia HTML5<sup>14</sup>. Utilizzando HTML5 il videogioco non deve essere installato e può essere utilizzato sia da dispositivo mobile che da PC, e si attiva semplicemente cliccando un link, in modo da intercettare immediatamente l'utente interessato al gioco, senza creare fasi impegnative come l'installazione che potrebbero far scomparire la curiosità suscitata. Ricordiamo che questo tipo di "sforzo" viene fatto normalmente solo verso i videogiochi o le APP che costituiscono il desiderio principale dell'utente (per esempio i videogiochi tripla A, cioè quelli di fascia alta);
- accessibilità narrativa: vista la complessità dei contenuti (gli esperimenti di fisica astroparticellare dei LNGS) si è deciso di introdurre ogni sotto-trama con un/una ricercatore/ricercatrice che ne spiegano gli obiettivi e di affidare a un personaggio secondario (il pesce alieno) la funzione di aiuto.

I comandi di gioco sono semplicissimi, poiché è sufficiente un dito. Per il superamento dei quattro minigame è richiesto giocare di prontezza di riflessi, ovvero la sfida richiede al giocatore velocità e precisione. Questo elemento è stato introdotto per rendere interessante la continuazione del videogame.

Il gioco è di tipo platform<sup>15</sup> con uno sviluppo di tipo adventure. Il termine piattaforma è adottato per indicare i videogames dove la meccanica di gioco implica l'attraversamento di livelli costituiti da piattaforme a volte disposte su più piani. Tradizionalmente i platform game sono strutturati in modo da avere il personaggio che si muove da sinistra verso destra dello schermo. Il protagonista può saltare, salire o scendere scale, combattere nemici e collezionare oggetti. Solitamente è anche in grado di aumentare progressivamente le proprie capacità per via del passaggio di livello o per aver trovato alcuni oggetti particolari. Questi sono paradigmi videoludici ben conosciuti (per i platform citiamo i primi Mario Bros bidimensionali, il vecchio Donkey Kong, Castlevania; per gli adventure Monkey Island, Syberia, King's Quest, Deponia) anche da chi pensa di non conoscerne neanche l'esistenza, che consentono di far iniziare a giocare senza fornire alcun tipo di istruzione, mantenendo così una curva di apprendimento (della difficoltà d'uso del gioco) molto bassa, praticamente nulla.

Gran Sasso Videogame è disponibile online<sup>16</sup> ed è scaricabile gratuitamente, la connessione è richiesta solo nella fase iniziale di caricamento a seguito della quale è possibile utilizzare il gioco anche offline.

<sup>14</sup> L'HTML è il linguaggio che viene usato per la realizzazione di quegli ipertesti che sono le pagine dei siti web. L'HTML5 è la sua ultima evoluzione e consente, all'interno del browser, di eseguire vere e proprie applicazioni indipendenti. È quindi "interpretato" dal browser e non direttamente dal device hardware su cui esso viene eseguito, un'applicazione scritta in HTML5 funziona praticamente allo stesso modo su PC, MAC, LINUX o device mobili iOS o Android, siano essi tablet o smartphone.

<sup>15</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Platform\\_game](https://en.wikipedia.org/wiki/Platform_game)

<sup>16</sup> <http://www.gransassovideogame.it/>

### **2.1.3. La fisica nel videogioco**

In Gran Sasso Videogame l'alieno Zot è guidato nelle sale sotterranee dei LNGS per recuperare oggetti utili a ripristinare quattro esperimenti che riguardano le principali linee di ricerca dei laboratori: astrofisica nucleare, fisica del neutrino e fisica della materia oscura. Nello sviluppo del videogioco sono stati scelti oggetti e azioni che fossero utili a sottolineare concetti e approcci sperimentali importanti: la tuta da indossare in camera pulita o la glove box che consentono di manipolare materiali usati negli esperimenti senza contaminarli; l'acqua ultra-pura che funziona da "schermo" per filtrare interazioni di particelle indesiderate; ecc. A ognuno di questi oggetti funzionali agli esperimenti è collegata una breve scheda, che il giocatore è libero di leggere o meno. La scheda ha una duplice funzione: da un lato, contiene un suggerimento da impiegare nel gioco, dall'altro, è un modo per suscitare curiosità sull'argomento e di indirizzare eventualmente l'utente a una scheda più approfondita (esterna al gioco, ospitata sul sito web di Gran Sasso Videogame).

La definizione degli esperimenti da "riprodurre" nelle quattro sotto-trame di Gran Sasso Videogame, la scelta degli oggetti e la scrittura delle relative schede brevi ed estese sono state il frutto del lavoro congiunto di comunicatori, ricercatori (al progetto hanno collaborato 18 ricercatori) e del team di sviluppo. In questo modo i contenuti didattici non pregiudicano la giocabilità e il divertimento, ma sono presenti e accessibili. Analoghe schede con funzione di aiuto al gioco e di collegamento a ulteriori approfondimenti sono state previste per le quattro sotto-trame, ma anche a corredo dei quattro mini-game che si sbloccano al completamento di ciascuna sotto-trama (v. sezione successiva).

### **2.1.4. Narrativa e meccaniche del videogioco**

Una breve introduzione presenta il protagonista, l'alieno Zot, e l'obiettivo del gioco: ripristinare quattro esperimenti di fisica che si svolgono nelle sale dei laboratori per poter riattivare i circuiti danneggiati dell'astronave e far tornare Zot nel suo universo. I quattro esperimenti prendono il nome dalle tematiche di ricerca trattate e riguardano:

- astrofisica nucleare: la riproduzione di una reazione nucleare che avviene nelle stelle, utilizzando un acceleratore e un opportuno bersaglio.
- doppio decadimento beta senza emissione di neutrini: la ricerca di un evento rarissimo, e mai osservato, che consiste in un tipo di decadimento; si impiegano grandi quantità di cristalli che devono essere molto puri e schermati dalle interferenze esterne.
- materia oscura: la ricerca di un tipo di materia diversa da quella ordinaria e mai osservata prima; si utilizza un liquido scintillatore, purissimo e sensibile all'interazione con questo tipo di materia.
- neutrini solari: lo studio dei neutrini provenienti dal sole, che seppur presenti in quantità enormi interagiscono molto poco con la materia e sono quindi difficili da osservare; si utilizzano grandi volumi di uno scintillatore opportunamente schermato.

Alla conclusione di ciascun esperimento si sblocca un *mini-game*: un gioco ispirato al tema dell'esperimento, con una dinamica di gioco molto semplice (ad esempio toccare alcuni oggetti e non altri) in cui entrano in gioco i riflessi. Per fare un esempio, il mini-game ispirato al doppio decadimento beta senza emissione di neutrini, richiede al giocatore di eliminare tutte le possibili fonti di disturbo costituite da particelle alfa e raggi gamma. Si deve quindiappare o cliccare sulle immagini rappresentanti gli elementi di disturbo, le quali compaiono sullo schermo velocemente e si muovono fino a sparire. Una barra progressiva posta sulla parte sinistra dello schermo indica visivamente l'avanzamento dei punti che si conquistano. Nello svolgimento del *mini-game* si deve però fare attenzione ad evitare di toccare le particelle che rappresentano il segnale del rivelatore, altrimenti la barra del punteggio retrocede: vengono quindi messi alla prova la

velocità di reazione del giocatore e la sua capacità di muoversi sullo schermo con precisione. Raggiunto un certo punteggio si riesce a riattivare il relativo circuito dell'astronave.

### 3. LA VALUTAZIONE DEL VIDEOGIOCO E DEI MATERIALI PER LA DIDATTICA

In seguito alla messa a punto di una versione preliminare del gioco (nel seguito identificata come la versione beta del gioco) sono stati raccolti sistematicamente informazioni e *feedback* da parte dei potenziali utenti con due modalità distinte: la prima modalità si è svolta in presenza attraverso la somministrazione di questionari durante due eventi pubblici in cui il gioco è stato utilizzato da studenti e docenti e la seconda modalità ha previsto una *user experience evaluation* online basata sui dati di accesso al gioco. Nel seguito sono riportate le modalità e i risultati ottenuti attraverso i due eventi (rispettivamente, Open Day 2018 e DIDACTA Italia) e il monitoraggio online del sito.

#### 3.1. *Sperimentazione preliminare con gli studenti durante Open Day 2018*

Nonostante la versione beta di Gran Sasso Videogame presentasse dei limiti e non permettesse di conoscere il videogame nella sua totalità, gli autori del videogioco hanno ritenuto importante presentarlo ufficialmente a maggio 2018 in occasione dell'Open Day 2018 dei LNGS.

L'Open Day dei LNGS consiste in una giornata di apertura totale dei Laboratori al grande pubblico e costituisce un'occasione per scoprire in prima persona la scienza attraverso spettacoli, giochi, dimostrazioni ed esperimenti in un contesto del tutto originale.

Data la varietà e l'originalità dei contenuti, l'evento richiama ogni anno un congruo numero di presenze: il 2018 ha registrato più di 1000 visitatori, tra cui una considerevole presenza di bambini e ragazzi, risultando un'ottima vetrina per presentare il videogioco ad un pubblico numeroso.

##### 3.1.1. *Materiale e metodi*

In occasione della presentazione della versione beta di Gran Sasso Videogame è stato formulato un questionario di valutazione da sottoporre ai ragazzi partecipanti all'evento. Nel questionario si chiedeva di esprimere il gradimento per l'esperienza di gioco appena conclusa (durante sessioni di 30 minuti). Sono state formulate 10 domande e per valutare il gradimento è stata utilizzata una scala da 0 (minimo gradimento) a 10 (massimo gradimento). Le prime due domande erano volte a definire l'età del giocatore e la provenienza scolastica; 4 domande erano rivolte alla conoscenza degli argomenti e l'interesse verso le materie scientifiche; le rimanenti 4 erano rivolte ad una valutazione del gioco e all'utilizzo dei videogame in generale.

Durante l'evento sono stati raccolti 39 questionari. L'età dei giocatori aveva una media di 11 anni ed era compresa tra 7 e 20 anni. In netta prevalenza i giocatori frequentavano le scuole elementari (21/39), seguivano poi le medie inferiori (10/39), (4/39) le medie superiori, mentre altri 4/39 giocatori avevano età superiore ai 18 anni. La prima valutazione del gioco è stata quindi realizzata da giocatori di età più bassa rispetto all'età target del gioco (14-19 anni).

La quasi totalità dei giocatori (34/39) non era conoscenza degli argomenti di fisica trattati nel gioco. Malgrado la giovane età alla richiesta di interesse per un approfondimento degli argomenti hanno risposto affermativamente il 61,5% dei giocatori pari a 24/39.

##### 3.1.2. *Risultati*

Le domande che richiedevano di esprimere un gradimento attraverso una scala numerica (0-10) hanno avuto in media un riscontro positivo come mostrato nel grafico di Figura 4. Particolarmente positivo il desiderio di utilizzare il gioco a scuola (voto medio 9), l'apprezzamento per le materie scientifiche (voto

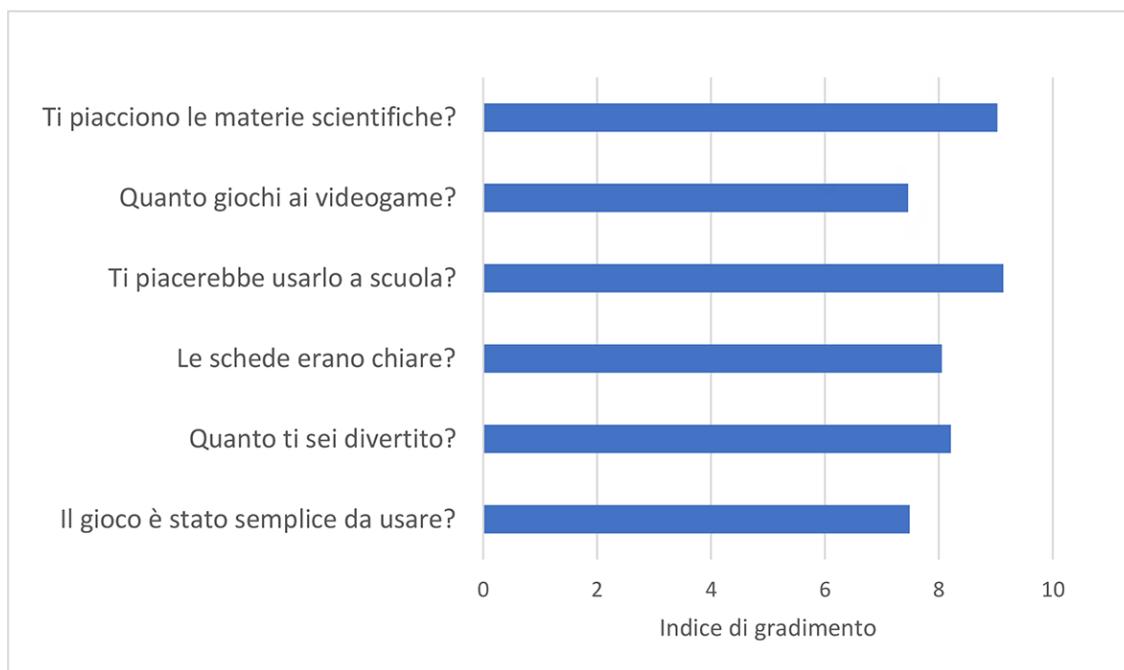
medio 9). Il voto medio sulla semplicità di utilizzo del gioco è stato di 7,5, tenuto conto che le schede di implementazione del gioco e i suggerimenti non erano ancora in una forma definitiva, il punteggio ottenuto per questa voce risulta particolarmente incoraggiante.

In risposta alla domanda aperta “Quale suggerimenti daresti per migliorare il videogioco?”, le richieste degli utenti si sono articolate in tre categorie:

- 1) richiesta di indicazioni più chiare per il mandato del gioco;
- 2) semplificazione della navigazione del gioco rendendo più semplice la lettura della cartina;
- 3) più istruzioni.

In fase di ulteriore sviluppo sono già previsti alcuni degli interventi richiesti dai giocatori, ma in ogni caso si terrà conto dei suggerimenti indicati per ottenere il miglior prodotto possibile ai fini della fruibilità.

Sulla base delle indicazioni ricevute durante il workshop sono stati realizzati: una guida all’uso del gioco che verrà resa disponibile in formato digitale per tutti gli insegnanti che ne faranno richiesta; mentre le schede di approfondimento che saranno rese tutte disponibili sul sito [www.gransassovideogame.it](http://www.gransassovideogame.it) saranno organizzate in percorsi didattici con particolare riferimento a come integrarle nel programma scolastico. Prima di testare la versione finale del videogioco nelle classi la guida all’uso del videogioco e i percorsi didattici proposti saranno oggetto di focus group con altri insegnanti.



**Figura 4.** Il grafico riporta, come media aritmetica, i risultati delle risposte che chiedevano di esprimere un gradimento con un numero, in una scala da 0 (minimo gradimento) a 10 (massimo gradimento).

### ***3.2. Sperimentazione preliminare con gli insegnanti durante la fiera DIDACTA Italia***

Nel corso della fiera DIDACTA Italia 2018 il team di lavoro sul progetto in collaborazione con INDIRE (Istituto Nazionale Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa)<sup>17</sup>, organizzatore dell’evento DIDACTA,

<sup>17</sup> <http://www.indire.it/>

ha tenuto un workshop dedicato ad insegnanti dal titolo “Gran Sasso videogame: un gioco per imparare la fisica moderna”<sup>18</sup>. Durante il workshop gli insegnanti hanno prima potuto giocare a Gran Sasso Videogame sui propri device, per poi essere coinvolti in una discussione sulle potenzialità didattiche del gioco e sulle possibili modalità di utilizzo nelle loro classi. I dati raccolti durante questa indagine preliminare saranno poi utilizzati per strutturare la traccia di focus group per insegnanti che si terranno prima di portare il videogioco nelle scuole e servirà a comprendere come proporre il gioco in relazione al programma didattico.

### **3.2.1. Materiale e metodi**

Il workshop ha avuto la durata di due ore e ha visto coinvolti un totale di 37 insegnanti di età compresa tra i 30 e gli oltre 60 anni (il 70% dei quali inclusi nella fascia di età tra i 40 e i 60 anni) per la maggior parte donne (27/37). La gran parte degli insegnanti coinvolti insegna matematica e fisica (22/37), 2 gli insegnanti di sostegno e 8 quelli di materie umanistiche o tecniche (5 insegnanti non hanno indicato la materia d’insegnamento). Al termine della sessione di gioco sono stati proposti ai docenti due questionari. Il primo dal titolo “Indagine sulla propensione dei docenti all’impiego dei videogame nella didattica”, mirato a descrivere l’esperienza di insegnamento; valutare l’esperienza dei docenti con i videogiochi e testarne attitudini e aspettative rispetto all’impiego degli stessi a supporto della didattica. Il secondo dal titolo “Valutazione dell’esperienza di gioco di Gran Sasso Videogame” era invece mirato a raccogliere un feedback sull’esperienza di gioco e successivi suggerimenti. Successivamente gli insegnanti hanno lavorato in gruppi di 5-6 persone per discutere delle possibili modalità di utilizzo del videogioco in classe. I gruppi hanno poi condiviso in plenaria i risultati della propria discussione.

### **3.2.2. Risultati**

La maggior parte dei docenti usa saltuariamente (20/37), o mai (15/37) i videogiochi a scopo personale e questo è correlato a uno scarso impiego dei videogiochi a scopo didattico, solo 4 dei docenti coinvolti nel workshop ha già utilizzato i videogiochi con i propri studenti.

Per la valutazione di questo dato è importante tenere conto dell’età media dei docenti coinvolti nel workshop. Malgrado ciò però tutti gli insegnanti (37/37) ritengono che l’impiego dei videogiochi sarebbe utile a stimolare l’apprendimento e sarebbero disponibili a utilizzarlo per aumentare la collaborazione tra studenti (17/37), a fornire uno strumento che permetta di acquisire nuove conoscenze (14/37) e ad approfondire tematiche già trattate (12/37). I maggiori ostacoli all’impiego dei videogiochi a uso didattico consistono nella difficoltà di trovare videogiochi attinenti ai programmi scolastici (16/37); adatti agli studenti (15/37) e integrabili nell’attività didattica. Riguardo le attitudini (33/37) docenti si dichiarano abbastanza o molto propensi all’impiego dei videogiochi in classe. Mostrano una certa preoccupazione rispetto alle proprie abilità nel gioco tanto che (26/37) insegnanti dichiarano di non essere sicuri di essere in grado di saper utilizzare i videogiochi a scopo didattico, ritengono però d’altro canto opportuno l’impiego degli stessi perché sono: divertenti (34/37), motivanti (34/37), stimolano un coinvolgimento attivo degli studenti (33/37), hanno un linguaggio affine ai giovani (32/37), possono essere un supporto utile all’acquisizione di contenuti (32/27) e potrebbero aiutare a migliorare la relazione con gli studenti (22/37). Riguardo il questionario mirato a valutare l’esperienza di gioco, malgrado la scarsa esperienza degli insegnanti nell’uso di videogiochi 24 su 37 dei docenti dichiarano di non aver avuto difficoltà nell’uso del gioco. 22 dei docenti coinvolti sarebbero disposti a usarlo in classe, questo dato è incoraggiante se si tiene conto del fatto che alcuni docenti insegnano alle medie e altri si occupano di materie letterarie non sempre facilmente compatibili a livello didattico con il tema del videogioco. Solo 17 dei docenti coinvolti ritengono di non avere difficoltà a integrare il gioco

<sup>18</sup> <http://fieradidacta.indire.it/evento-programma/gran-sasso-videogame-un-gioco-per-imparare-la-fisica-moderna/>

nel programma scolastico e per questo i docenti richiedono: istruzioni precise sull'impiego del videogame; indicazioni su come strutturare la lezione e come inserire il videogioco nel programma scolastico; materiali di approfondimento.

### **3.3. Dati di accesso al sito**

Per valutare il traffico sul sito web di Gran Sasso Videogame e l'accesso al gioco stesso si è utilizzato lo strumento Google Analytics. Tra i possibili indici sono stati scelti:

- utenti, che è una stima delle persone che hanno aperto una pagina del sito;
- sessioni, cioè l'insieme delle interazioni con il sito da parte di un utente, in un dato intervallo di tempo;
- durata delle sessioni;
- dispositivo di acquisizione, che si riferisce allo strumento usato dagli utenti per visitare il sito, e può essere computer desktop, tablet o dispositivo mobile.

Una panoramica sui dati di accesso per il periodo compreso tra il 25 maggio 2018 (prima della pubblicazione online del gioco) e l'8 giugno 2018, ha evidenziato la presenza di due picchi nel numero di utenti e di sessioni: 27 maggio e 1° giugno. Il primo giorno, come atteso, corrispondeva al lancio ufficiale di Gran Sasso Videogame all'Open Day dei LNGS, mentre il picco successivo è attribuibile alla pubblicazione di un articolo inerente al videogioco sulla rivista Wired<sup>19</sup>. Sono stati quindi considerati i dati di questi soli due giorni, in quanto più significativi.

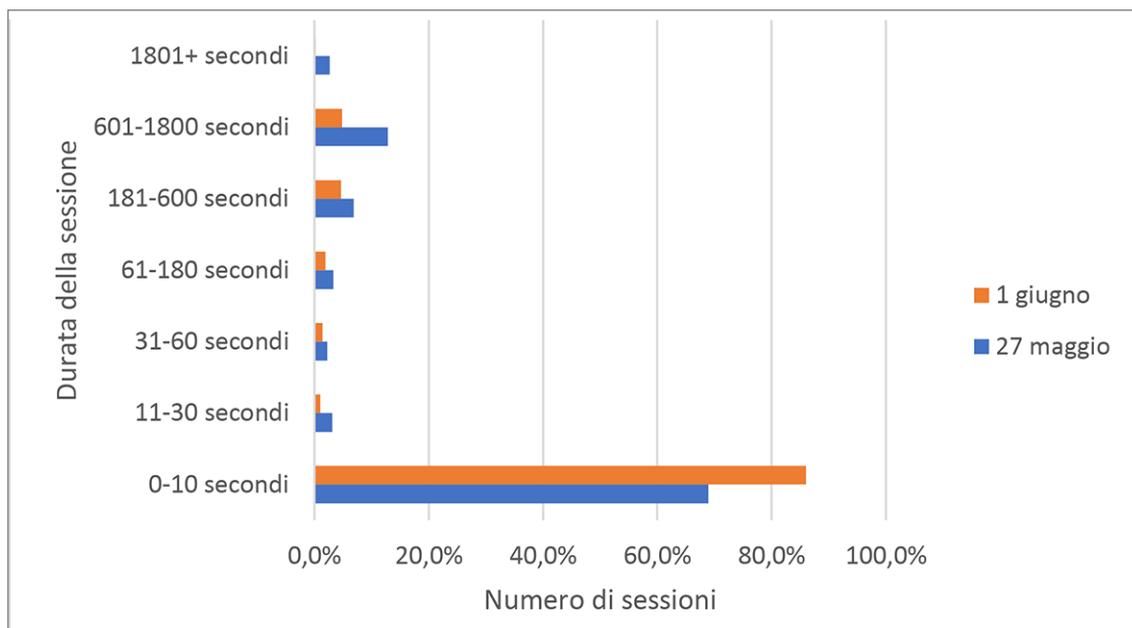
Il giorno del lancio sono stati registrati 547 utenti e 670 sessioni, contro i 976 utenti e le 1079 sessioni dell'1 giugno. Queste cifre non sono facilmente e univocamente interpretabili: il numero di utenti è generalmente una sovrastima rispetto al numero di persone che si sono effettivamente collegate, legata al sistema di raccolta di questo dato, tramite *cookies*; il numero di sessioni è anch'esso approssimativo, ad esempio perché non distingue tra un utente e l'altro (quindi uno stesso utente può produrre più sessioni). Tuttavia questi dati forniscono indicazioni interessanti.

Si può supporre che il giorno del lancio di Gran Sasso Videogame alcune centinaia di persone si siano collegate al sito del gioco perché presenti all'Open Day o perché ne hanno avuto notizia tramite i media. Il numero di utenti e di sessioni non può essere interamente dovuto alle sessioni di gioco organizzate dai LNGS. Il videogioco è quindi riuscito a suscitare la curiosità di un pubblico generico, ma interessato alle attività dei LNGS.

Il picco di accessi prodotto dall'articolo su Wired, è anch'esso incoraggiante, perché indica un interesse per Gran Sasso Videogame da parte di un pubblico più ampio, senz'altro interessato alla tecnologia e ai videogiochi (tema spesso trattato dalla rivista), ma non necessariamente interessato ai LNGS.

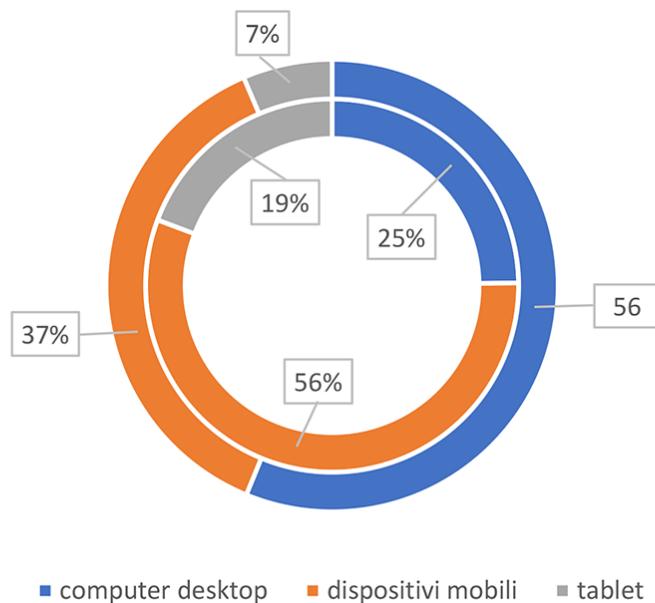
I dati relativi alla durata delle sessioni permettono un approfondimento ulteriore. La maggior parte delle sessioni ha avuto una durata inferiore ai 10 secondi (Figura 5). Questo dato è verosimilmente legato a come è calcolata la durata della sessione. Si può notare come nella giornata dell'Open Day vi sia stata la massima durata di accesso al sito: circa il 13% delle sessioni ha avuto una durata compresa tra 10 e 30 minuti e circa il 7% tra 3 e 10 minuti. L'1 giugno è stata registrata la stessa percentuale (circa 5%) di sessioni sia per la durata di 3-10 minuti che per quella di 10-13 minuti.

<sup>19</sup> <https://www.wired.it/play/cultura/2018/05/30/gran-sasso-videogame/>



**Figura 5.** Il grafico riporta il numero (in percentuale) di sessioni di accesso al sito web di Gran Sasso Videogame in funzione della durata (suddivisa in intervalli di tempo), per il 27 maggio 2018 e il 1 giugno 2018.

L'accesso al sito è avvenuto principalmente (circa 56%) da dispositivi mobili il 27 maggio e da computer desktop l'1 giugno. L'ampia percentuale di accessi da tablet (circa 19%) nel giorno dell'Open Day è senz'altro attribuibile all'uso di questo tipo di dispositivi nel corso delle sessioni di gioco organizzate in occasione dell'evento.



**Figura 6.** Il grafico riporta i dati di accesso (in percentuale) al sito web di Gran Sasso Videogame suddivisi per dispositivo usato (tablet, dispositivo mobile o computer desktop) nei giorni del 27 maggio 2018 (anello più interno) e 1 giugno 2018 (anello più esterno).

#### **4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**

I risultati della sperimentazione con gli studenti svoltasi nel corso del Open Day 2018 sono incoraggianti in quanto il gioco è stato accolto con favore nonostante la versione utilizzata non fosse ancora completa. Lo stesso si può dire del giudizio dei docenti che hanno partecipato all'evento DIDACTA, soprattutto se si tiene conto del fatto che alcuni di essi, non insegnando materie scientifiche, presumibilmente non sono potenziali utilizzatori del gioco.

Le due sperimentazioni, svoltesi rispettivamente con studenti e docenti, hanno fornito preziose indicazioni per favorire l'utilizzo del gioco sia a livello individuale sia per la sua adozione nella didattica.

La necessità di istruzioni più chiare è stata espressa in entrambi i contesti di sperimentazione. Nella fattispecie, sulla base delle indicazioni ricevute dai docenti durante il workshop a DIDACTA è stata realizzata una guida all'uso del gioco che verrà resa disponibile in formato digitale per tutti gli insegnanti che ne faranno richiesta. Le schede di approfondimento sono disponibili sul sito<sup>20</sup> e sono state organizzate in percorsi didattici con particolare attenzione a fornire suggerimenti su come integrarle nel programma scolastico.

Come premesso, le sperimentazioni hanno messo in evidenza anche alcuni limiti in termini di narrazione e meccaniche del gioco. In futuro è previsto un lavoro di perfezionamento delle trame e l'aggiunta di elementi quali bonus che spingano chi gioca a completare l'esplorazione dei laboratori sotterranei in ogni sua porta o corridoio nascosto. Inoltre, si monitorerà l'utilizzo da parte delle scuole per verificarne il funzionamento tecnico e didattico.

#### **5. SVILUPPI FUTURI**

Per quanto riguarda gli sviluppi futuri del gioco, si prevede di inserire testi anche in lingua inglese per consentirne la fruizione fuori dal territorio italiano; inoltre, si valuterà l'inserimento di nuove sub-trame e nuovi esperimenti scientifici. La parte di "user experience evaluation" realizzata nel secondo anno del progetto, consentirà di adattare i contenuti didattici alle reali esigenze di studenti e insegnanti.

In particolare, grazie al coinvolgimento di INDIRE, verrà realizzato un focus group con insegnanti al fine di comprendere come organizzare al meglio i materiali didattici per poterli inserire nel programma scolastico. La versione finale del gioco sarà poi sperimentata con un totale di 8-10 classi di terza, quarta o quinta di liceo scientifico o classico, per valutare sia le funzionalità del videogioco sia la reale fruibilità delle schede didattiche. Le sezioni di valutazione con le classi avranno una durata di 2 ore.

#### **6. RICONOSCIMENTI**

Gli autori ringraziano i ricercatori dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso per la supervisione scientifica dei contenuti del videogioco e delle schede di fisica, e F. Chiarizia, A. Attardi, D. Aka Iheukwumere per il prezioso lavoro di segreteria del progetto.

Progetto finanziato dal bando MIUR (Accordo ACPR15T4\_00267).

#### **7. BIBLIOGRAFIA**

Abdul Jabbar, A. I., & Felicia, P. (2015). Gameplay engagement and learning in game-based learning: A systematic review. *Review of Educational Research*, 85(4), 1–40. doi: 10.3102/0034654315577210

<sup>20</sup> [www.gransassovideogame.it](http://www.gransassovideogame.it)

- Anolli, L., & Mantovani, F. (2011). *Come funziona la nostra mente. Apprendimento, simulazione e serious games*. Bologna, IT: Il Mulino.
- Antinucci, F. (2001). *La scuola si è rotta. Perché cambiano i modi di apprendere*. Roma-Bari, IT: Editori Laterza.
- Associazione Editori Sviluppatori Videogiochi Italiani. (2016). I videogiochi in Italia nel 2015. Dati sul mercato e sui consumatori. Retrieved from [http://www.aesvi.it/cms/view.php?dir\\_pk=902&cms\\_pk=2617](http://www.aesvi.it/cms/view.php?dir_pk=902&cms_pk=2617)
- Associazione Editori Sviluppatori Videogiochi Italiani. (2017). I videogiochi in Italia nel 2016. Dati sul mercato e sui consumatori. Retrieved from [http://www.aesvi.it/cms/download.php?attach\\_pk=1471&dir\\_pk=902&cms\\_pk=2773](http://www.aesvi.it/cms/download.php?attach_pk=1471&dir_pk=902&cms_pk=2773)
- Associazione Editori Sviluppatori Videogiochi Italiani. (2018). I videogiochi in Italia nel 2017. Dati sul mercato e sui consumatori. Retrieved from [http://www.aesvi.it/cms/view.php?cms\\_pk=2898&dir\\_pk=902](http://www.aesvi.it/cms/view.php?cms_pk=2898&dir_pk=902)
- Bavelier, D., Green, C. S., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(12), 763–768. doi:10.1038/nrn3135
- Benassi, A. (2013). Videogiochi e apprendimento collaterale. *TD Tecnologie Didattiche*, 21(3), 141-144. doi: 10.17471/2499-4324/86
- Benassi, A., Orlandi, C., Cantamesse, M., Galimberti, C., & Giacomini, G. (2011). World of Warcraft in the classroom. A research study on social interaction empowerment in secondary school. In D. Gouscos & M. Meimaris (Eds.), *Proceedings of the 5th European Conference on Games Based* (pp.35-45). Reading, MA, USA: Academic Publishing Limited.
- Ceccherelli, A. (2012). Videogiochi e apprendimento tra medium e messaggio. Considerazioni sull'uso didattico dei videogiochi. *Rivista Scuola IaD*, 6, 92–112. Retrieved from <http://rivista.scuolaiaid.it/archivio/n06-2012>
- Clark, D. B., Tanner-smith, E. E., & Killingsworth, S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 1–17. doi: 10.3102/0034654315582065
- Connolly, T.M., Boyle, E.A., MacArthur, E., Hainey T., & Boyle, J.M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games, *Computers & Education*, 59, 661–686. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.004
- Costantini, H., Formicola, A., Imbriani, G., Junker, M., Rolfs, C., & Strieder, F. (2009). LUNA: a laboratory for underground nuclear astrophysics. *Reports on Progress in Physics*, 72(8). doi: 10.1088/0034-4885/72/8/086301
- D'Aprile, G., & Ulloa Severino, A. (2016). I serious game per sostenere l'empowerment di giovani diabetici: il caso "Tako Dojo". *TD Tecnologie Didattiche*, 24(1), 29-37. doi: 10.17471/2499-4324/874
- Didoni R. (1995). La conoscenza spontanea nei videogiochi. *TD Tecnologie Didattiche*, 3(2), 16-20. doi: 10.17471/2499-4324/724
- Durkin, K. (June 1, 2010). Video games and young people with developmental disorders. *Review of General Psychology*, 14, 122-140. doi: 10.1037/a0019438

- Felicia, P. (2009). *Digital games in schools*. Retrieved from [https://www.isfe.eu/sites/isfe.eu/files/gis\\_handbook\\_english.pdf](https://www.isfe.eu/sites/isfe.eu/files/gis_handbook_english.pdf)
- Gee, J. P. (2005). *Good video games and good learning*. Phi Kappa Phi Forum, 85(2),33-37. Retrieved from <https://gamesandimpact.org/wp-content/uploads/2012/02/GoodVideoGamesLearning.pdf>
- Girard, C., Ecalle, J., & Magnan, A. (2013). Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 207–219. doi: 10.1111/j.1365-2729.2012.00489.x
- Interactive Software Federation of Europe (2008). *Video gamers in Europe*. Retrieved from <https://www.isfe.eu/content/video-gamers-europe-2008-nielsen-study>
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H., (2010). The Effects of Modern Math Computer Games on mathematics achievement and class motivation. *Computers&Education*, 55(2), 427-443. doi: 10.1016/j.compedu.2010.02.007
- Kortemeyer G., Tan, P., & Schirra S. (2013). A Slower speed of light: Developing intuition about special relativity with games. In *Proceedings of the 8th International Conference on the Foundations of Digital Games*, FDG '13 (pp. 400-402). New York, NY, USA: ACM. Retrieved from <http://www.fdg2013.org/program/festival/openrelativity.pdf>
- López, X. (2010). *Videogiociamo dunque impariamo? Un modello per l'analisi educativa dei videogiochi*. Roma, IT: Nuova Cultura.
- Mayo, M.J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education? *Science*, 323(5910), 79-82. doi: 10.1126/science.1166900
- McClean, P., Saini-Eidukat, B., Schwert, D., Slator, B.M., & White, A. (2001). Virtual worlds in large enrollment science classes significantly improve authentic learning. In J. A. Chambers (Ed.), *Selected Papers from the 12th International Conference on College Teaching and Learning* (pp. 111–118). Jacksonville, FL, USA: Center for the Advancement of Teaching and Learning.
- Pedersen, M. K., Borre, C. C., Lieberoth, A., & Sherson, J. (2016). Knowledge formation and inter-game transfer with classical and quantum physics. In T. Connolly et al. (Eds.), *Proceedings 10th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2016)* (pp. 1010-1013). Sonning Common, UK: Academic Conferences Limited.
- Persico, D., Passarelli, M., Pozzi, F., Earp, J., Dagnino, F.M., & Manganello, F. (2019). Meeting players where they are: Digital games and learning ecologies. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1687-1704. doi: 10.1111/bjet.12777
- Pirro, S., & Mauskopf, P. (2017). Advances in bolometer technology for fundamental physics. *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, 67, pp. 161-181. doi: 10.1146/annurev-nucl-101916-123130
- Ratan, R. A., & Ritterfeld, U. (2009). *Serious games. Mechanisms and effects*. New York, NY, USA: Routledge. doi: 10.4324/9780203891650
- Sherin, Z.W, Cheu, R., & Tan, P. (2016). Visualizing relativity: the OpenRelativity project. *American Journal of Physics*, 84(5), 369. doi:10.1119/1.4938057
- Tanoni, I. (2003). *Videogiocando s'impara. Dal divertimento puro all'insegnamento-apprendimento*. Trento, IT: Centro Studi Erickson.

Wastiau, P., Kearney, C., & Van den Berghe, W. (2009). *How are digital games used in schools? Complete results of the study* [Final Report] . Brussels, BE: European Schoolnet.

Retrieved from [http://games.eun.org/upload/gis-full\\_report\\_en.pdf](http://games.eun.org/upload/gis-full_report_en.pdf)

Wernbacher, T., Pfeiffer, A., Wagner M.G. & Hofstätter, J. (2012). Learning by playing: can serious games be fun? In P. Felicia (Ed.), *Proceedings of the 6th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2012)*, Cork, Ireland, October 4-5, 2012, (pp. 533-541). Sonning Common, UK: Academic Publishing International.

Wouters, P., & van Oostendorp, H. (2013). A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60(1), 412–425. doi: 10.1016/j.compedu.2012.07.018