

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
Facoltà di Scienze e Tecnologie
Corso di Laurea Magistrale in Informatica



Adapting Puzzle Types to Player Preferences in Video Games

Relatore: Prof. Laura Anna Ripamonti

Correlatore: Prof. Dario Maggiorini

Tesi di Laurea di:
Riccardo Davanzo
Matricola: 947155

Anno Accademico 2020/2021

dedicato a coloro che ci hanno lasciato

Prefazione

Il mondo videoludico negli ultimi anni è in continua espansione, con un pubblico sempre più eterogeneo e, di conseguenza, dai gusti differenti. La richiesta per un contenuto adatto alle proprie esigenze è più ampia che mai. Ormai è difficile creare un videogioco in maniera classica in grado di accontentare tutti, considerando anche che i costi di produzione sono in continuo aumento. Per questo motivo, i nuovi approcci cercano di sviluppare algoritmi in grado di capire le richieste dei giocatori per modificare il gioco durante una partita.

I puzzle sono uno degli elementi più frequenti all'interno dei videogiochi, e sono al centro di questa tesi. Ne esistono molte tipologie diverse, ma in un gioco gli enigmi appartengono spesso a una categoria specifica e sono progettati per apparire in una zona particolare, risultando di conseguenza uguali per ogni persona. Sarebbe invece più interessante, e stimolante, se il tipo degli enigmi fosse personalizzato in base alle preferenze che il giocatore esprime, in modo da riempire il mondo di gioco con un contenuto gradito.

L'obiettivo di questa tesi è quello di costruire una demo di un videogioco che cerca di misurare quale sia la categoria di puzzle che il giocatore preferisce, con lo scopo di poter personalizzare l'esperienza e il mondo di gioco per renderli più interessanti. Non solo, uno dei più grandi problemi presenti nei rompicapi è la scarsa rigiocabilità. A causa della natura stessa degli enigmi, dopo essere stati risolti perdono una grossa componente del divertimento, non c'è più sfida. Trovata la soluzione, raramente c'è uno stimolo per cercarne una alternativa, semplicemente si inserisce la risposta conosciuta e facilmente si prosegue. Questo problema si riflette nei videogiochi che contengono puzzle. L'altro obiettivo della tesi è quindi quello di affrontare questa problematica, fornendo variazioni dei puzzle usando la generazione procedurale e adattandone la difficoltà, secondo le preferenze espresse dai giocatori.

Indice

I	ii
Prefazione	iii
1 Introduzione	2
1.1 Introduzione	2
1.2 Dynamic Difficulty Adjustment	3
1.3 Procedural Content Generation	5
1.4 Ricerca	8
2 I Puzzle	10
2.1 I Puzzle	10
2.2 Classificazioni dei puzzle	12
2.3 Videogiochi di esempio	20
3 Preferenze dei puzzle	22
3.1 I puzzle nella ricerca	22
3.2 Target Audience dei videogiochi	24
3.3 Engagement e Continuation Desire	26
4 PCG nei puzzle	30
5 Progettazione e Implementazione del progetto	34
5.1 Struttura dell'esperimento	34
5.2 Scelte Tecniche	40
5.3 Raccolta Dati	40
5.4 Sezione Implementativa	41
6 Puzzle nel gioco	44
6.1 Physics Puzzles	44
6.2 Assembly Puzzles	47

6.3 Riddles	49
6.4 Sliding Puzzles	50
7 Risultati Ottenuti	54
7.1 Dati Demografici	55
7.2 Dati sull'esperienza di gioco	58
7.3 Analisi ulteriori dei risultati	66
8 Conclusioni e Futuri Sviluppi	76
9 Appendice A - Game Design Document	78
9.1 Descrizione Generale	78
9.1.1 Sintesi	78
9.1.2 Trama	78
9.1.3 Personaggi	79
9.2 Puzzle	80
9.2.1 Riddle	80
9.2.2 Assembly	83
9.2.3 Physics	85
9.2.4 Sliding	89
9.3 Livelli	92
9.3.1 Livello 1	92
9.3.2 Livello 2	93
9.3.3 Livello 3	94
10 Appendice B - Questionario di Validazione	96
10.1 <i>Demographic Section</i>	96
10.2 <i>Game Experience Section</i>	97
Ringraziamenti	105

Organizzazione della tesi

La tesi è organizzata come segue:

- nel Capitolo 1 viene introdotta una presentazione generale dello stato dell'arte sull'adattamento dei contenuti nei videogiochi;
- nel Capitolo 2 vengono presentati i puzzle e le diverse possibili classificazioni di essi;
- nel Capitolo 3 viene descritta la ricerca di un metodo per capire le preferenze tra i puzzle;
- nel Capitolo 4 si presenta la generazione procedurale dei puzzle;
- nel Capitolo 5 è introdotta la progettazione e l'implementazione dei concetti nella demo del videogioco;
- nel Capitolo 6 sono descritti i puzzle scelti per il gioco;
- nel Capitolo 7 sono discussi e analizzati i dati raccolti;
- nel Capitolo 8 si conclude con una riflessione sui risultati e sui possibili sviluppi futuri.

Capitolo 1

Introduzione

Nel presente capitolo è introdotto lo stato dell'arte riguardo all'adattamento dei contenuti nell'industria videoludica. L'analisi è concentrata sulle principali tecniche utilizzate, ovvero la difficoltà dinamica e la generazione procedurale. Insieme vengono fatti degli esempi di videogiochi famosi che utilizzano tali tecniche. Infine, viene proposto lo stato all'interno della ricerca.

1.1 Introduzione

Nella maggior parte dei casi, in un videogioco commerciale tutti i contenuti sono stati progettati dai designer. Questo permette di avere un gioco robusto e controllabile, ma il risultato porta principalmente a elementi statici e uguali per ogni giocatore. Creare un gioco per un ampio pubblico non è semplice, in quanto il gameplay potrebbe essere troppo difficile per alcuni o eccessivamente facile per altri. Una soluzione fattibile è avere diversi livelli di difficoltà tra cui scegliere, ma si potrebbe fare di meglio, adattando la difficoltà in modo dinamico [30] [31] [51]. Secondo Magerko [31] le persone hanno motivi differenti per giocare. I giochi adattivi dovrebbero concentrarsi sugli interessi principali dei giocatori, per coglierli e di conseguenza adattare i contenuti per soddisfare le richieste. Come dicono Lopes e Bidarra [30], potenzialmente tutti gli elementi di un videogioco potrebbero essere adattati per contribuire a una personalizzazione: il mondo di gioco e gli oggetti; le meccaniche del gioco; i personaggi non giocanti (NPC) e la loro intelligenza artificiale; la narrazione nel gioco; e gli eventi e le missioni. Nei videogiochi commerciali il divertimento è un fattore fondamentale, e i giochi adattivi si sono tipicamente concentrati su un elemento del divertimento, ovvero la sfida [30].

Il mondo dei videogiochi puzzle, soprattutto commerciali, non presenta ancora elementi adattivi. Uno dei problemi è che i puzzle sono difficili da progettare bene, e lo diventa ancor di più quando gli enigmi non sono controllati dal designer. Inoltre,

un videogioco puzzle tipicamente si concentra su un'unica tipologia di rompicapi, ad eccezione di casi particolari come la saga del *Professor Layton*. Nei giochi appena citati esistono diversi tipi di puzzle, ma questi compaiono in precisi momenti della storia e sono uguali per tutti. Seguendo la logica di Magerko [31], sarebbe più interessante per il giocatore trovare puzzle adattati e vicini ai loro interessi. Si scopre però che non esiste una grande letteratura riguardo alle preferenze tra diverse categorie di rompicapi, e questo argomento è trattato più nel dettaglio nel capitolo 3. Gli enigmi poi hanno il grande problema di non essere molto rigiocabili [40], ma questo può essere contrastato tramite l'uso della generazione procedurale. In questo caso i giochi puzzle commerciali hanno una particolare categoria che sfrutta principi casuali. Nella ricerca esistono molti studi di generazione procedurale su diverse tipologie di enigmi, ma si concentrano per la maggior parte su tecniche per creare puzzle offline, non risolvendo il problema della rigiocabilità (in seguito questo argomento viene ampliato). Quindi il presente progetto costruisce qualcosa d'inedito sotto diversi punti di vista, adattando diverse categorie di rompicapi secondo le preferenze dei giocatori e affrontando il problema della rigiocabilità.

Nel resto di questo capitolo è presentata la "Dynamic Difficulty Adjustment" e la *Procedural Content Generation*, con gli esempi di giochi sviluppati che ne fanno uso, vedendo come il genere puzzle sia ancora acerbo per quanto riguarda l'adattamento dei contenuti nei videogiochi commerciali.

1.2 Dynamic Difficulty Adjustment

La "Dynamic Difficulty Adjustment" (DDA) è un metodo per modificare automaticamente gli elementi del gioco [51]. Essa viene attuata in base alle azioni dei giocatori, o grazie ad alcuni parametri misurati nel corso dell'attività ludica. Questo permette di offrire aiuti, o livelli più semplici, a persone che stanno incontrando problemi a giocare; mentre a quelle esperte viene aumentata la sfida. Un esempio di un piccolo adattamento avviene in *Half-Life 2* (2004), dove il giocatore può trovare vita e munizioni in maggiore quantità quando si trova in difficoltà.

Di seguito sono elencati alcuni esempi di giochi che fanno uso della difficoltà dinamica.

Flow

Flow è un videogioco indie sviluppato da Jenova Chen e Nicholas Clark. Originariamente è stato distribuito nel 2006, come gioco Flash. In seguito alla fondazione di Thatgamecompany, il gioco venne rilasciato anche per Playstation 3 nell'anno successivo. In *Flow*, il giocatore controlla un particolare microrganismo in un ambiente

acquatico, con l'obiettivo di mangiare altri esseri per ingrandirsi, evitando di venire mangiati da creature più grosse.

Come suggerito dal nome, il gioco si ispira alle teorie di Mihaly Csikszentmihalyi sul Flow [11]. I giocatori hanno la possibilità di aggiustare la difficoltà in qualsiasi momento. Essi hanno la capacità spostarsi da un livello facile a uno più difficile, o viceversa, in modo tale da farli rimanere all'interno del flow. Infatti, all'interno del gioco il protagonista può muoversi in profondità, dove sono presenti nemici sempre più grossi e veloci, che aumentano la sfida; ma nel caso si voglia diminuire la difficoltà e prendere fiato, in ogni momento è possibile risalire, verso livelli più semplici.

Max Payne

Max Payne è uno sparatutto in terza persona sviluppato da Remedy Entertainment. Nel luglio 2001 viene pubblicato da Gathering of Developers per Microsoft Windows, e in seguito sono state sviluppate e distribuite le versioni per console. Il protagonista è Max Payne, un ex detective, che cerca di risolvere l'omicidio della sua famiglia per mano di criminali sotto l'effetto di una nuova e potente droga, la "Valchiria". Il gioco è narrato secondo uno stile noir tipico dei romanzi basati sui detective, mentre il gameplay è ispirato dal genere action, in particolare dai lavori di John Woo, e include il "bullet-time effect", il famoso effetto reso noto dal film *Matrix* (1999). Per mantenere un certo livello di teatralità e pacing, il gioco effettua degli aggiustamenti per aiutare i giocatori, migliorando l'aiuto fornito dalla mira automatica; o per rendere le sfide più interessanti se sono molto abili, aumentando la vita dei nemici.

Mario Kart

Mario Kart è una serie di videogiochi di corsa sviluppata e pubblicata da Nintendo. I giocatori competono in corse di go-kart su mezzi stravaganti, utilizzando vari oggetti provenienti dal mondo di Super Mario per avvantaggiarsi o per disturbare gli avversari. Il primo gioco della serie è *Super Mario Kart*, lanciato nel 1992 per il Super Nintendo Entertainment System. Successivamente sono usciti molti altri capitoli, per un totale di quattordici giochi, contando non solo quelli rilasciati su console fisse e portatili, ma anche su arcade e spin-off. La serie usa una particolare tecnica denominata "Rubber Band AI". Quando un giocatore è ultimo, gli avversari controllati dal computer rallentano per facilitare il gioco e permettere di recuperare posizioni, mentre quando è primo sono più veloci. Il nome *Rubber Band* deriva dal fatto che maggiore è il divario, maggiori saranno gli effetti. Il principio è proprio come quando si tira una gomma, più viene estesa e maggiore è il colpo di frusta conseguente.

Elementi presenti nel corrente progetto

In questa sezione sono stati riportati alcuni esempi di adattamento tramite la DDA. Come identificato da Lopes e Bidarra [30], *Max Payne* è un esempio di adattamento delle meccaniche di gameplay, mentre *Mario Kart* rientra nel caso della IA di gioco. La differenza principale con la mia tesi però è evidente, si tratta del genere di gioco. Infatti, non esistono videogiochi commerciali che adattino i puzzle. Nella ricerca però c'è un esempio ed è riportato più avanti in questo capitolo. Inoltre, il progetto di tesi non usa la difficoltà dinamica. La difficoltà viene determinata dopo una prima fase di valutazione, ed è applicata ai diversi puzzle durante una seconda fase. Questo viene fatto per progettare un'esperienza di gioco più controllata e meno imprevedibile. Il problema principale è il caso si sbaglia difficoltà dei puzzle, soprattutto se troppo elevata rischierebbe di rovinare l'esperienza al giocatore [6]. Per mitigare la presenza di questo problema, il livello di difficoltà sarà legato a un valore di piacere espresso dal giocatore, e verrà analizzato nei capitoli successivi.

1.3 Procedural Content Generation

La *Procedural Content Generation* (PCG) nei giochi si riferisce alla creazione automatica di contenuti tramite algoritmi [47]. Esiste fin dagli anni ottanta, come il generatore di dungeon in *Rogue* (1980), e con il tempo è diventata sempre più importante ed è stata utilizzata per diversi aspetti, dalla generazione di mappe, personaggi, risorse, e molti altri. La PCG è interessante sia dal lato dei giocatori, in quanto possono usufruire di elementi potenzialmente sempre diversi o vicini ai loro gusti, sia per i designer, per aiutarli nella creazione dei contenuti di gioco.

Tassonomia della PCG

La PCG ha un'ampia possibilità di applicazione tramite diverse forme. Per iniziare, è utile presentare le principali distinzioni, inizialmente raggruppate in una tassonomia proposta da Togelius et al [48] e successivamente rivisitata da Shaker et al [42].

- *Constructive Versus Generate-And-Test*

Un algoritmo Constructive genera il contenuto una sola volta ed esso è pronto per essere usato; mentre nelle tecniche Generate-And-Test viene assemblato e testato in diverse iterazioni, finché non si ottiene un risultato soddisfacente.

- *Online versus offline*

Online fa riferimento ai contenuti generati in tempo reale durante l'applicazione. Questo teoricamente permette di creare giochi con molta rigiocabilità

potenziale, perché il contenuto sarà diverso a ogni partita. Il problema principale però è che l'algoritmo deve essere veloce e accurato, il primo per non far aspettare chi gioca, mentre il secondo per creare situazioni risolvibili. Invece con Offline si intendono i contenuti generati durante lo sviluppo del gioco, ad esempio la generazione di una mappa tramite un tool per aiutare i designer a creare il mondo.

- *Generic versus adaptive*

Con Generic si intendono gli algoritmi che generano contenuti tramite un metodo uguale per tutti. Quelli Adaptive invece prendono in considerazione dei parametri personalizzati e li utilizzano per la generazione del contenuto. Un esempio di utilizzo di questo approccio è *Left 4 Dead* [49], presentato più in dettaglio alla fine di questa tassonomia.

- *Necessary versus optional content*

In questo caso viene fatta una distinzione sul contenuto. Necessary intende contenuti fondamentali per il proseguimento del gioco, ed è particolarmente critico assicurarsi che essi siano privi di errori, oppure sarà impossibile continuare. Optional content invece sono contenuti secondari. Dato che non sono elementi strettamente necessari, gli errori sono più tollerabili.

- *Degree and dimensions of control*

Con Degree and dimensions of control si fa riferimento alla quantità di controllo che il designer, o il giocatore, può esercitare sulla generazione. Ad esempio, potrebbe essere possibile scegliere il valore di una serie di parametri, che l'algoritmo userà per creare il contenuto.

- *Automatic generation versus mixed authorship*

Questa caratteristica è legata alla precedente, in quanto mixed authorship intende la possibilità da parte del designer di controllare e modificare la generazione del contenuto, sia cambiando i parametri prima della creazione, sia aggiustando il risultato dopo essere stato prodotto.

- *Stochastic versus deterministic generation*

Un algoritmo stochastic è in grado di generare contenuti diversi a parità di input, mentre uno deterministic crea sempre lo stesso prodotto partendo da valori uguali.

Infine, di seguito sono riportati degli esempi di videogiochi che fanno uso della PCG.

Left 4 Dead

Left 4 Dead [49] è uno sparatutto in prima persona, sviluppato da Valve South e pubblicato da Valve nel novembre 2008, su Microsoft Windows e Xbox 360. Il gioco è ambientato durante l'epidemia di un patogeno molto contagioso. Gli infetti dalla malattia subiscono una mutazione delle cellule del corpo, diventano parecchio aggressivi e perdono funzioni cerebrali, diventando simili a zombie. I quattro protagonisti William Overbeck, Zoey, Louis e Francis cercheranno una via di uscita dalla città di Fairfield facendosi strada tra le orde di infetti. *Left 4 Dead* è un caso particolare perché unisce Dynamic Difficulty Adjustments con la generazione procedurale. Nel gioco è presente quello che viene chiamato "AI Director", che è responsabile di generare esperienze diverse ogni volta che si rigioca un livello. Valve descrive con "procedural narrative" il modo di agire del Director, in quanto esso prova a creare una serie di eventi basati sull'analisi del comportamento del giocatore per dare un senso di narrativa, al posto di avere un costante aumento di difficoltà. Infatti, il Director controlla il pacing del gioco, decidendo quando e quanti infetti attaccano il gruppo, basandosi su diversi parametri dei giocatori, in modo tale da creare esperienze diverse a ogni partita.

Bejeweled

Bejeweled [39] è un videogioco puzzle sviluppato da PopCap Games per browser, pubblicato nel 2001. Il gioco presenta una griglia contenente delle gemme di diversa forma e colore. Il giocatore può scambiare di posto due gemme adiacenti, con l'obiettivo di creare linee verticali od orizzontali di tre (o più) gioielli uguali. Quando vengono allineate, le gemme scompaiono, e successivamente quelle sopra di loro cadono per riempire gli spazi vuoti, provocando potenziali reazioni a catena. La riga più in alto riempie gli spazi vuoti con nuove gemme. Il layout iniziale del livello è generato casualmente tramite un *random number generator* [2].

Elementi presenti nel corrente progetto

In questa sezione è stata brevemente introdotta la generazione procedurale. L'aspetto principale voluto dalla PCG è la sua capacità di affrontare il problema della rigiocabilità [23], il che è la grossa mancanza nei puzzle [40]. Gli enigmi non sono un elemento popolare per la generazione procedurale nei giochi commerciali, ma nella ricerca sono presenti molti studi [2] (presentati nel capitolo 4). Solo in giochi come *Bejeweled* è stata adoperata, in una forma anche semplice, ma questo può fornire l'idea che un videogioco non necessiti di avere per forza una generazione complessa. Dalla tassonomia della PCG riportata in precedenza, è possibile identificare degli elementi a supporto della semplicità della generazione. Innanzitutto i puzzle della presenti tesi

sono un contenuto necessario, e quindi delicato; inoltre, volere aumentare la rigiocabilità indica che gli algoritmi devono essere online, e di conseguenza essere veloci. Infine, la differenza tra *Bejeweled* e il progetto corrente è che nel primo la PCG genera livelli in modo statico, indipendente dal giocatore, mentre per questa tesi i puzzle sono generati tenendo in considerazione le preferenze espresse da chi gioca.

1.4 Ricerca

Come è stato presentato durante questo capitolo, i videogiochi puzzle non sono una scelta popolare per l'adattamento dei contenuti, e nemmeno per la PCG. Nella ricerca, però, ci sono diversi studi in merito alla generazione procedurale (argomento trattato nel capitolo 4), e anche alcuni tentativi di contenuti adattivi, come *Gridblocker* [43].

Gridblocker

Gridblocker è un gioco sviluppato da Sharek e Weibe durante una loro ricerca [43]. L'obiettivo del gioco è quello di muovere un parallelepipedo lungo una mappa isometrica, con lo scopo di posizionare il blocco in una specifica posizione (in figura 1 sono presenti degli esempi di movimento). *Gridblocker* è composto da 108 livelli, ordinati secondo una difficoltà crescente. Il gioco ha tre modalità, che sono state poste a giocatori diversi. Nella prima i puzzle da risolvere seguono una progressione di difficoltà lineare; nella seconda, dopo aver risolto un enigma, i giocatori sono liberi di scegliere tra un livello più semplice o uno maggiormente difficile; mentre nella terza è presente un sistema adattivo dinamico che propone puzzle in base al comportamento del giocatore.

Differenze tra *Gridblocker* e il presente progetto

Gridblocker determina e modifica dinamicamente la difficoltà del gioco, a differenza dell'approccio statico scelto nella presente tesi. Inoltre, Sharek e Weibe utilizzano un unico tipo di puzzle. Oltre al fatto che questo progetto vuole esplorare la preferenza tra diverse tipologie di puzzle, diventerebbe troppo dispendioso da testare se ogni categoria avesse lo stesso numero di enigmi di *Gridblocker* (108), è stato quindi scelto un numero minore (al massimo se ne possono risolvere 8 per tipologia durante una partita). Infine, *Gridblocker* consiste solo in sequenze di puzzle da risolvere, senza un mondo di gioco come voluto nel presente progetto.

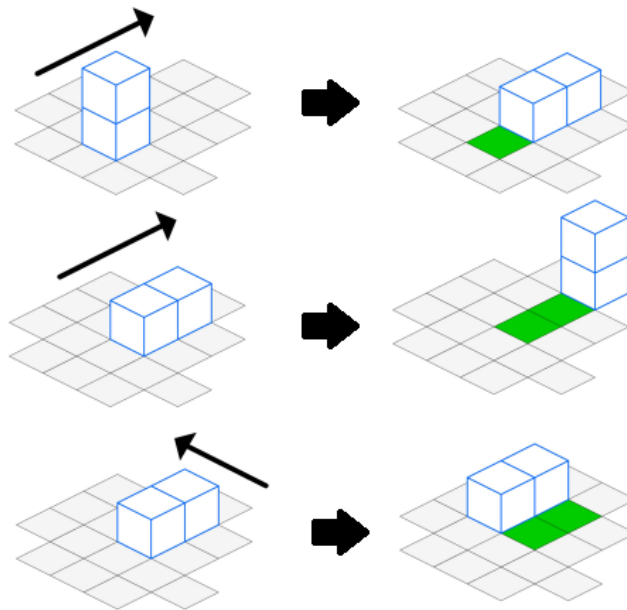


Figura 1: Esempi di movimento in Gridblocker. Fonte [\[43\]](#)

Capitolo 2

I Puzzle

In questo capitolo sono introdotti i puzzle, cosa sono e le possibili classificazioni dei diversi tipi. Alla fine sono proposti degli esempi di videogiochi puzzle che sono stati d'ispirazione per la tesi e le differenze presenti.

2.1 I Puzzle

I puzzle esistono da millenni e assumono molteplici forme. Una definizione interessante viene data in un articolo di Scott Kim [24], dove dice che un puzzle è:

1. divertente
2. e ha una soluzione corretta

Il punto 1, divertente, intende che i puzzle sono una forma d'intrattenimento. Però ciò che è divertente per un individuo potrebbe non esserlo per un altro, e gli enigmi non sono da meno. Ad esempio, per alcune persone gli indovinelli possono essere stimolanti, per altre invece noiosi. Kim dice anche che per questo motivo quando crea puzzle cerca prima di capire il tipo di pubblico al quale si riferisce, in modo da identificare gli enigmi migliori. Per esempio, su un giornale mensile di scienza inserisce puzzle con temi scientifici o ragionamenti matematici.

Kim fa poi l'esempio di un suo puzzle inventato, e trova tre punti che lo possono rendere divertente.

- *Novel*

Un puzzle è una forma d'intrattenimento e per questo sospende le regole della vita di tutti i giorni, permettendoci di fare azioni senza un valore pratico. Un puzzle prende quindi qualcosa di familiare e ci aggiunge una svolta per invitare al gioco.

- **Non troppo semplice, non troppo difficile**

Intuitivamente, se un puzzle è troppo semplice non è interessante e nemmeno stimolante, mentre un enigma parecchio difficile fa perdere motivazione. Una via di mezzo sarebbe desiderabile. Ad esempio, un'apparente semplicità può contribuire a mantenere l'attenzione verso un rompicapo che in realtà non è così facile come sembra.

- ***Tricky***

Un enigma può presentare delle difficoltà ingannevoli che richiedono di cambiare punto di vista per trovare la soluzione.

Questi punti sono validi sul puzzle che ha descritto ma sono buone linee guida in generale, adattandoli in base al caso desiderato.

Il punto 2 invece, avere una soluzione corretta, distingue i puzzle da altre forme di gioco, come i giocattoli. Kim si basa sulla distinzione fatta da Crawford in "The Art of Computer Game Design" [10], dove definisce quattro diversi modi di giocare

- ***Game***

Sono sistemi basati su regole e l'obiettivo finale è vincere. La differenza con un puzzle è la presenza di un avversario da battere.

- ***Puzzle***

Sono sistemi basati su regole con l'obiettivo finale di trovare la soluzione, non battere uno sfidante. Hanno anche il problema di avere poca rigiocabilità.

- ***Toy***

Sono oggetti manipolabili, ma a differenza dei puzzle non hanno un obiettivo predefinito.

- ***Story***

Sono composti da elementi di fantasia ma non possono essere manipolati o cambiati dal giocatore.

Da questo, Kim ne trae che un puzzle per essere divertente deve essere prima di tutto un giocattolo (toy) piacevole da manipolare, anche prima di trovare la soluzione.

Per concludere questa sezione, Schell in "The Art of Game Design" [40] propone un'altra definizione di puzzle, adattandola da quella di Kim, descrivendoli come

- *...un gioco con una strategia dominante.*

Schell dice che una strategia dominante è in grado di risolvere un gioco sempre. Quando un gioco presenta una strategia dominante significa che non è stato progettato al meglio, in quanto applicandola si vince sempre e l'attività cessa di essere interessante. Questo è vero, a meno che lo scopo non sia quello di trovare tale strategia, ed è ciò che porta Schell a dare la nuova definizione di puzzle. Quindi, gli enigmi sono giochi che non sono divertenti da rigiocare, in quanto l'obiettivo è trovare la strategia dominante, e una volta trovata il rompicapo perde interesse.

2.2 Classificazioni dei puzzle

Esplorata la definizione di puzzle, vengono ora introdotte alcune delle possibili classificazioni. Classificare i puzzle è un'attività molto difficile perché esistono diverse possibilità. Ad esempio, spesso alcuni elementi sono simili, ma vengono usati in maniera differente; oppure sono presenti degli enigmi che mischiano componenti di diverse categorie. Da questo problema derivano molte suddivisioni, senza però avere una vera e propria tassonomia. Recentemente, Hufkens e Browne [22] hanno fatto un tentativo, ma si sono concentrati verso un particolare sottogruppo di puzzle. Hanno però aggiunto che in futuro il loro studio sarà ampliato anche verso le altre categorie.

Per queste ragioni, in questa sezione saranno presentate alcune classificazioni che sono state interessanti per questo progetto.

Prima Classificazione

La prima classificazione riportata è una delle più antiche. È stata stilata da Lindley [29], in uno studio di psicologia sui puzzle nel 1897. Lindley riporta un raggruppamento a sua detta a volte arbitrario, ma si pone l'obiettivo principale di enfatizzare i gruppi principali e l'ampia varietà dei puzzle, senza ricerca di completezza. Infatti, cita anche come ricerche precedenti alla sua abbiano fallito a classificare i puzzle, in quanto molti siano unici nel loro genere, mentre altri potrebbero rientrare in più categorie. Lindley trovò cinque categorie principali. La cardinalità dei gruppi è molto diversa tra loro però, alcuni hanno delle sottocategorie anche molto numerose e importanti, mentre altri non ne posseggono neanche una.

- ***Mathematical***

I puzzle matematici sono molti. Lindley si è basato su una definizione data da Leibnitz, che comprende non solo numeri ma anche posizioni e movimenti, e per questo l'autore mette insieme un gruppo con elementi eterogenei.

- *Numerical Puzzles*. Tutti i puzzle esclusivamente numerici e aritmetici, dove si cerca di scoprire la soluzione applicando qualche proprietà dei numeri. Sono più simili a dei problemi matematici che a enigmi.

- *Geometrical Puzzles.* Tutti i puzzle che in qualche modo trattano forme e posizioni. Questo significa che ci sono diverse sottocategorie anche in questo caso. Perché esistono: (1) puzzle dove una figura è stata tagliata in forme particolari e deve essere ricomposta; (2) quelli dove si considera un posizionamento statico degli elementi, ad esempio posizionare in una tabella quadrata delle carte in modo che il seme su ogni colonna, riga e diagonale sia diverso per ogni carta; (3) quelli con posizionamento dinamico, il che comprende ad esempio tutti i vari enigmi di scacchi o dama; (4) labirinti da attraversare, ad esempio senza percorrere lo stesso tratto più volte.

- ***Mechanical***

Questa categoria comprende tutti i puzzle in commercio all'epoca. Il nome *mechanical* è dato dal fatto che sono costruiti in un particolare materiale tangibile, spesso legno o cavetti di metallo, e possono essere facilmente trasportabili. Lindley in questo caso di basa sul libro di Hoffmann, "Puzzles Old and New" [20], la raccolta più esaustiva di puzzle in commercio fino al 1893.

- *Puzzle basati su destrezza o perseveranza.* Comprende puzzle che non contengono particolari segreti o richiesta di processi intellettuali particolari. La soluzione può essere trovata usando destrezza e un approccio trial and error.
- *Puzzle basati su qualche trucco o segreto.* Fanno parte di questa categoria quei puzzle simili a contenitori aventi all'interno un oggetto che sembra impossibile da estrarre, ma esiste un trucco per risolverli.
- *Physical Puzzles.* Puzzle che richiedono dell'applicazione di qualche legge della fisica ben conosciuta, come ad esempio la gravità.
- *Dissected or Combination Puzzles.* Con questa categoria si intendono i puzzle composti da pezzi di diversa forma che possono essere usati per creare svariate figure, come i *Tangram*. In realtà è assimilabile a un tipo geometrico.
- *Puzzle più complessi o elaborati.* Puzzle basati su anelli di metallo contorti, forme strane per ingannare, oppure con regole complesse.

Lindley rimarca come questa classificazione non sia completa e nemmeno prenda di esserlo. Si tratta più che altro di una rassegna delle possibilità e dei diversi materiali che compongono questi puzzle. Ad esempio, i *Tangram* possono essere considerati anche geometrici, oppure la *Torre di Hanoi* possiede regole matematiche complesse e per questo ricadere in *Mathematical*.

- ***Language and Word Puzzles***

Questa categoria comprende diverse forme di puzzle fondati principalmente sul linguaggio e sulle parole. Alcune delle varianti sono elencate di seguito.

- *Riddle*. Indovinelli, descrizioni di oggetti sotto forma di domande paradossali o ambigue.
- *Rebus*. Dove bisogna trovare la parola associata a una certa immagine.
- *Conundrum*. Come i *Riddle* ma il gioco è su una parola al posto che un oggetto.
- *Enigma*. Una forma più poetica dei *Riddle*. Lindley riporta un esempio sull'arcobaleno:

"A bridge weaves its arch with pearls
 High over the tranquil sea;
 In a moment it unfurls
 Its span unbounded. Free.
 The tallest ship with swelling sail
 May pass 'neath its arch with ease,
 It carries no burden, 'tis too frail,
 And when you approach, it flees.
 With the flood it comes, with the rain it goes,
 And what it is made of, nobody knows."

- *Word Squares, Diamond, Etc.*. Puzzle basati sul disporre una serie di parole in forme geometriche, come un quadrato o un diamante.
- *Puzzle dove viene modificata una parola*. Casi come *Logogram, Metagram, Decapitations, Curtailments, Retailments*, dove una parola iniziale subisce trasformazioni per arrivare al risultato.

Oltre a queste, esistono molte altre varietà di puzzle linguistici. Alcune spesso derivano dai *Riddle*, ma la differenza è che gli indovinelli vengono resi più complicati grazie all'aggiunta di condizioni logiche o verbali più complesse.

- ***Logical and Philosophical***

In questa classe ricadono i puzzle filosofici, tipici degli antichi greci. Vengono distinti dai normali puzzle linguistici perché sono fortemente dipendenti dalla loro epoca di origine e per l'importanza che hanno avuto nello sviluppo della civiltà. Anche i puzzle degli scolastici del medioevo, fortemente basati sulla logica, fanno parte di questo gruppo.

- ***Dilemmas of Etiquette, Law, Strategy, Ethics, Etc.***

Nella presente tipologia, Lindley cataloga puzzle relativi alla vita reale, e che per questo aspetto non sono propriamente classificabili come puzzle. Alcuni però possono assumere, in modica parte, la forma di un rompicapo. Ad esempio, una strategia militare richiede una soluzione, oppure decidere come applicare la legge o questioni etiche. Nel caso limite potrebbero degenerare a semplici puzzle, e così facendo potrebbero rientrare nella categoria precedente.

Quindi, Lindley tramite la sua classificazione cerca di presentare la grande varietà di puzzle possibili. I raggruppamenti sono però volutamente incompleti o vaghi, e questo porta ad alcune inconsistenze come elementi che si sovrappongono. A ogni modo raggiunge il suo scopo di esporre l'ampio scenario. Questo raggruppamento venne fatto nel 1897, ma nonostante ciò è interessante notare come i puzzle all'interno dei videogiochi, nella loro vastità, possano in qualche modo essere associati a queste categorie.

Seconda Classificazione

La seconda classificazione è recente ed è molto legata ai puzzle nei videogiochi. Si tratta di quella descritta da Brenda Brathwaite e Ian Schreiber in "Challenges for Game Designers" [6]. In questo raggruppamento vengono identificate delle macrocategorie, dove al loro interno gli enigmi condividono delle pratiche di design comuni.

- ***Riddles***

I *riddle* sono domande che hanno una risposta corretta, ma questa soluzione non è immediatamente riconoscibile. Solitamente per trovare la soluzione bisogna interpretare in una maniera non convenzionale la domanda. Gli indovinelli non sono molto comuni nei giochi recenti perché sono complessi da realizzare e completamente privi di rigiocabilità.

- ***Lateral Thinking***

In questi puzzle vengono poste delle domande a trabocchetto, che i giocatori interpretano in una maniera sbagliata, e per trovare la soluzione bisogna pensare fuori dagli schemi errati imposti. Un classico esempio di questo tipo è in figura 2, dove bisogna unire tutti i punti tracciando solo quattro linee rette.

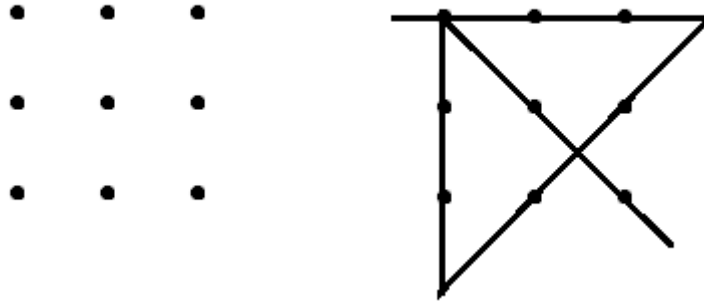


Figura 2: Tipico esempio di *Lateral Thinking* puzzle

Come i *Riddle*, anche questa categoria soffre degli stessi problemi di rigiocabilità e complessità nella realizzazione.

- ***Spatial Reasoning***

I rompicapi di questa categoria sono caratterizzati dalla manipolazione spaziale di alcuni oggetti. Esempi sono *Tetris* e *Sokoban*, sono diversi uno dall'altro, però entrambi richiedono di muovere un qualche elemento nello spazio. Nel primo si manipolano i Tetramini, mentre nel secondo si spostano delle casse.

- ***Pattern Recognition***

Come indica il nome, in questi enigmi il giocatore deve cercare di riconoscere un pattern. Ad esempio, capire il pattern degli attacchi in una boss fight; oppure riconoscere gli schemi di gioco di una squadra in uno sport.

- ***Logic***

In un puzzle di logica vengono comunicate al giocatore alcune informazioni, dalle quali deve ricavarne altre aggiuntive in maniera logica per trovare la soluzione. L'esempio che Brathwaite e Schreiber propongono è il seguente: "Hai quattro sfere, una rossa, una nera, una gialla e una blu. Devi disporle sui piedistalli nell'ordine corretto. La nera è sulla sinistra. La rossa è vicina alla blu. La gialla è alla destra della rossa."

- ***Exploration***

L'esplorazione è divertente di per sé per alcuni giocatori, e può essere vista come un puzzle. Ad esempio, cercare un oggetto smarrito; oppure il completamento stesso di un livello, ovvero capire come si arriva da un punto A, a un punto B.

- ***Item Use***

Questa categoria comprende puzzle che necessitano di qualche oggetto per trovare la soluzione. Tipico, ad esempio, delle avventure grafiche scoprire l'oggetto da utilizzare per poter proseguire.

Per concludere, questa classificazione è stata presentata in quanto offre una visione diversa rispetto alle altre.

Terza Classificazione

Un'altra classificazione interessante è stata fatta da De Kegel e Haahr [2], durante la loro indagine sulla PCG nei puzzle. Non pretendono di aver trovato una tassonomia, hanno diviso in categorie lo spazio dei puzzle che utilizzano la generazione procedurale, seguendo i generi più comuni (non sono quindi presenti tipologie di enigmi senza studi di PCG). Un aspetto importante è che in una stessa categoria vengono utilizzate particolari tecniche di PCG; perciò, un puzzle è sufficientemente diverso rispetto agli altri quando la generazione è abbastanza differente. Però, essendo approssimazioni, ci sono casi particolari dove non è sempre chiaro a quale categoria appartenga un puzzle. Potrebbero esserci anche circostanze dove alcuni rompicapi ricadono nell'intersezione di due o più gruppi. Inoltre, alcune tipologie hanno al loro interno puzzle simili, mentre in altre possono esserci grosse differenze.

- ***Sokoban-Type Puzzles***

La categoria prende il nome dal gioco giapponese del 1982, *Sokoban*. I puzzle di questa categoria sono caratterizzati da una serie di oggetti, generalmente casse, che devono essere spostati e posizionati utilizzando il personaggio principale nel luogo corretto su una griglia. Il personaggio solitamente può spingere le casse ma non tirarle, per questo bisogna pianificare il percorso per evitare di creare una situazione di stallo.

- ***Sliding Puzzles***

Questa categoria è legata alla precedente, in quanto anche nella presente l'obiettivo principale è spostare oggetti. La differenza molto importante è che non c'è un personaggio sulla griglia a spostare gli elementi, e inoltre questi possono essere mossi in tutte le direzioni libere e permesse. Esempi di questa categoria sono *Rush Hour* (1996) e il *15-puzzle*.

- ***Tile-Matching Puzzles***

In un puzzle *Tile-Matching* l'obiettivo è quello di muovere degli oggetti lungo una griglia per creare delle coppie, o più comunemente almeno un tritico, di

elementi uguali. Quando questa condizione è soddisfatta il giocatore ottiene punti e gli oggetti spariscono. Criteri di uguaglianza includono colore, forma e simboli. Esempi di questa categoria sono *Bejeweled* (2001) e *Pokémon Link!* (2005).

- ***Assembly Puzzles***

Con Assembly Puzzles si intendono i puzzle composti da pezzi con varie forme che devono essere assemblati in una particolare forma più grande, generalmente senza sovrapporre i componenti. La figura da comporre può essere creata seguendo una sagoma non specificata, oppure con lo scopo di creare un'immagine precisa, caso dei *jigsaw puzzles*. Un esempio di puzzle famoso è l' *Eternity puzzle* (1999) di Christopher Monckton in 1999.

- ***Mazes***

Un puzzle di questa categoria è caratterizzato da un labirinto, con possibili ostacoli, da attraversare per trovare l'uscita. Possono essere presenti barriere esplicite, come dei muri fisici, oppure implicite, come i limiti di una griglia. Un esempio del secondo tipo sono i puzzle di *The Witness* (2016).

- ***Path-Building Puzzles***

In questa categoria i puzzle vengono risolti trovando un percorso che collega un punto A con un punto B, usando oggetti o particolari abilità. Sono collegati ai labirinti di prima, ma sono differenti perché in un puzzle Path-Building è possibile modificare l'ambiente per trovare un nuovo percorso, mentre nei Mazes è solo accettabile ricercare il miglior tragitto, senza manipolare lo scenario. Un esempio di questo tipo sono i puzzle con i laser in *The Talos Principle* (2014).



Figura 3: Path-Building Puzzle in *The Talos Principle*. Fonte immagine pcgamer.com

- ***Narrative Puzzles***

Con Narrative Puzzle si intende una larga categoria di enigmi che fanno parte della progressione della storia. La soluzione richiede esplorazione, pensiero laterale o logica. Possono essere visti come ostacolo alla narrazione, e alcuni giochi potrebbero in realtà usare puzzle appartenenti ad altre categorie. Un puzzle narrativo tipicamente richiede esplorazione alla ricerca d'informazioni e investigare come combinare oggetti. Esempi di pattern tipici sono capire l'oggetto che un personaggio richiede; combinare in modo sensato due oggetti per crearne uno nuovo; disassemblare un oggetto per ottenere componenti utili; convincere un personaggio a dire un'informazione; o trovare la chiave per aprire una nuova area.

- ***Physics Puzzles***

Per completare questi puzzle è necessario usare regole della fisica. Spesso queste regole sono modellate seguendo la fisica della vita reale; quindi, per trovare la soluzione, i giocatori devono intuirne il funzionamento e predire i risultati delle possibili azioni. Esempi di giochi in questa categoria sono *Angry Birds* (2009) e *Cut the Rope* (2010).

- ***Logic Puzzles***

I puzzle di questa categoria vengono risolti tramite un metodo deduttivo. Al giocatore vengono fornite delle informazioni e da queste deve ricavare la soluzione corretta. Un esempio è il *Sudoku*.

- ***Word Puzzles***

I Word Puzzles sono tutti i rompicapi possibili che fanno uso principalmente delle parole. Alcuni usano solo lettere e sono basati su una sola parola, mentre altri usano anche numeri o analogie, come i sinonimi. Alcuni esempi di questa categoria sono i cruciverba, gli anagrammi o trova la parola intrusa.

- ***Riddles***

In maniera simile alle altre classificazioni, gli indovinelli sono descrizioni articolate con una risposta esatta, resa poco ovvia dalla forma della domanda. Distinti dai Word Puzzles per via della loro difficoltà a essere generati proceduralmente.

Questa è la classificazione principale adottata in questo progetto, in quanto è focalizzata sul mondo videoludico, a differenza di quella di Lindley, ma è molto più paragonabile a essa rispetto a quella di Brathwaite e Schreiber. Inoltre, permette di analizzare il mondo della generazione procedurale dei puzzle.

2.3 Videogiochi di esempio

In questa sezione verranno elencati dei giochi che sono stati di ispirazione per il progetto di tesi e le differenze con il gioco creato. Sono riportati *The Witness* e il *Professor Layton*. Entrambi sono videogiochi puzzle di successo, però la loro struttura ricade proprio nel caso che la presente tesi cerca di contrastare. Infatti, sia i *The Witness* che nel *Professor Layton*, gli enigmi compaiono in un punto preciso del mondo di gioco, e sono uguali per tutti i giocatori.

Professor Layton

Professor Layton [27] è una saga di videogiochi puzzle adventure sviluppata da Level-5 e pubblicata da Level-5 e Nintendo. Il primo capitolo della serie è stato rilasciato per Nintendo DS nel 2007 in Giappone, e l'anno seguente nel resto del mondo. La saga conta sette capitoli principali e svariati spin-off. Nei primi capitoli la storia narra delle avventure del professore di archeologia Hershel Layton, sempre accompagnato dal suo giovane assistente Luke Triton, alla scoperta di misteriosi eventi che solo loro sono in grado di risolvere. Il gameplay è caratterizzato dalla risoluzione di diversi puzzle che vengono proposti dai personaggi non giocanti del videogioco. Durante gli enigmi è possibile richiedere degli aiuti, ma le risorse per farlo sono limitate, quindi bisogna fare attenzione. Il giocatore può cercare di risolvere un puzzle senza avere un limite di tentativi e ha la possibilità di uscire in ogni momento per ritentare più tardi, ma alcuni enigmi sono obbligatori per il proseguimento della storia. Risolvere i puzzle con pochi errori però permette di ricavare più punti, detti "Picarati", che permettono di sbloccare contenuti extra.

The Witness

The Witness [46] è un videogioco rompicapo sviluppato e prodotto da Thekla, Inc., rilasciato nel 2016 per Playstation 4, Microsoft Windows e successivamente Xbox One. Il giocatore controlla in prima persona un protagonista senza nome, e deve esplorare un'isola piena di misteriose strutture. L'isola è divisa in settori e in ognuno di questi bisogna risolvere dei puzzle per attivare delle torrette. Queste permetteranno di sbloccare l'area finale del gioco. Gli enigmi del videogioco si basano tutti sul risolvere dei labirinti collegando il punto di partenza con quello di arrivo, ma ogni settore della mappa aggiunge un particolare elemento che diversifica il metodo di soluzione.



Figura 4: Esempio di puzzle in The Witness

Differenze tra gli esempi e la proposta

Come accennato all'inizio di questa sezione, la differenza principale con i due giochi presentati è che in un certo punto della mappa, o in un preciso momento della storia, loro fanno comparire sempre lo stesso puzzle, indipendentemente dalle preferenze o dalla capacità della persona. Il progetto proposto vuole proprio contrastare questa visione per permettere un maggior coinvolgimento e piacere da parte del giocatore. Infatti, l'idea è quella che in un certo punto della mappa, ad esempio su una porta che blocca un passaggio, sarà presente un enigma, ma quello che apparirà sarà di una tipologia e difficoltà diversa in base a chi gioca. Nella demo creata però l'idea è stata proposta in versione ridotta. Come accennato in precedenza, all'inizio c'è una prima fase uguale per tutti, utile per raccogliere le preferenze dei giocatori; poi, nella seconda parte quattro personaggi, esperti di una particolare categoria, proporranno una serie di enigmi con una difficoltà adeguata. Questo viene fatto per poter testare gli effetti in un ambiente piccolo e controllato, senza il rischio di perdere elementi di gioco da provare e valutare.

Capitolo 3

Preferenze dei puzzle

Esistono diversi studi per classificare i giocatori secondo differenti preferenze, come la tassonomia di Bartle [3], che li divide in base al loro stile di gioco. Però, nella letteratura non sono presenti particolari studi riguardo alla preferenza di un puzzle rispetto a uno appartenente a un'altra categoria, escludendo lo studio di Lindley risalente al 1897 [29]. Di base, per una persona a cui piace risolvere rompicapi non si distingue quali gradisce maggiormente. Come illustrato in precedenza, non esiste nemmeno una vera tassonomia e questo può essere un problema ulteriore. In questo capitolo, quindi, è presentata l'indagine svolta per capire come misurare la preferenza del giocatore tra diverse tipologie di puzzle.

3.1 I puzzle nella ricerca

Innanzitutto, i puzzle nella ricerca vengono studiati per diversi motivi. Il primo, e che verrà trattato più in dettaglio nel capitolo seguente, è la generazione procedurale.

Un altro campo molto studiato sono gli effetti positivi che i puzzle, e i videogiochi [18], esercitano sulla mente. Esistono diversi studi sullo sviluppo di *Serious Games*, in grado di aiutare a sviluppare capacità di problem-solving o una particolare abilità, come ad esempio competenze matematiche [9] o spaziali [28] nei bambini delle scuole primarie, ma anche negli adulti. Infatti, la risoluzione degli enigmi può essere utile per cercare di aiutare persone anziane a sviluppare capacità cognitive, in modo da prevenire problemi legati all'età [16]. Esistono anche altre ricerche che si concentrano sull'aiutare persone affette da autismo [4].

Ricercando nella letteratura di psicologia però, uno studio in particolare contiene, in parte, ciò che si stava investigando. Citato in precedenza, si tratta del lavoro di Lindley [29], risalente al 1897. Nel capitolo precedente era già stata illustrata la sua classificazione molto generale, e incompleta, dei puzzle; ma, nonostante ciò, risulta

abbastanza applicabile anche al mondo videoludico. Lindley non si limitò a classificare i rompicapi, il punto successivo della sua ricerca fu sottoporre un questionario alle persone per studiare l'interesse verso i puzzle. In questo test veniva chiesto ai partecipanti se provassero interesse verso le seguenti categorie: *Mechanical*; *Geometrical*; *Physical*; *Arithmetical*; *Quibble and Catches*; *Language and Word*. Al posto della classificazione data in precedenza, Lindley utilizza una versione leggermente modificata, probabilmente per essere più fruibile alle persone, dove le differenze sono le seguenti: la categoria *Mathematical* viene divisa nei due gruppi principali, ovvero *Geometrical* e *Arithmetical*; i puzzle basati sulla fisica vengono separati dai *Mechanical*; e aggiunge *Quibble and Catches*, non è spiegato in modo chiaro cosa siano, però risalendo a Hoffmann [20] (una delle basi che Lindley usò per la sua classificazione), si scoprono essere enigmi dipendenti da un doppio significato o una interpretazione non naturale della domanda, quindi in realtà si tratta di una forma di indovinelli. Sono presenti in realtà anche le altre categorie, ovvero *Logical and Philosophical* e *Dilemmas of Etiquette, Law, Strategy, Ethics, Etc.*, ma quasi nessuno si è dichiarato interessato. Sulla base dei risultati, Lindley fece delle considerazioni sull'interesse verso le diverse tipologie di puzzle. Dal questionario trovò che la categoria più apprezzata fu *Word and Language*, seguirono *Mechanical*, *Quibble and Catches*, *Physical*, *Geometrical* e *Arithmetical*. Lindley non indagò per quale motivo alcuni tipi fossero maggiormente apprezzati di altri, disse che gli indovinelli e i puzzle meccanici rappresentino "l'aspetto più rudimentale d'interesse verso gli enigmi", e attraggano anche chi non fosse fortemente appassionato dai rompicapi. I *Riddle* rivelerebbero un aspetto fondamentale e universale dell'attività mentale, essendo interessanti già in giovane età e rimanendo tali crescendo; mentre i *Mechanical* puzzle sarebbero attraenti a causa della loro struttura materiale e portatile, e più incentrata su attività fisica. Nonostante questa analisi non sia particolarmente d'aiuto, la classifica resta un interessante punto di partenza, dalla quale sono state selezionate le categorie usate nel presente progetto. Escludendo *Quibble and Catches*, che in realtà sono varianti degli indovinelli (di conseguenza assimilabili a *Riddle*), e *Arithmetic*, che comprende enigmi dalla natura più simile a problemi matematici, quindi non molto attraenti in un videogioco, rimangono le altre quattro categorie, *Mechanical*, *Physical*, *Geometrical* e *Language and Word*. Nel capitolo 6 sarà presentato come sono state tradotte nella demo del gioco.

Esistono poi delle ricerche interessanti che si avvicinano alle proposte del presente lavoro, ma studiano campi diversi. Tra queste, Millar e Tesser (1986) [32], Wilson (1984) [50] e Fazio e Zanna (1981) [12], hanno prima proposto a delle persone puzzle di diverso tipo da risolvere, e successivamente di indicare tramite un questionario le loro preferenze, con lo scopo di studiare la "attitude-behaviour consistency". In questa teoria si studia la relazione tra l'attitudine e il comportamento effettivamente dimostrato verso quell'oggetto. In particolare, l'attitudine è un concetto complesso

che, come riassume Fazio [12], descrive il sentimento valutativo scaturito da un oggetto, o in altre parole, quanto bene viene classificato lungo una scala di valori. Nei loro esperimenti, i ricercatori indagarono diverse situazioni e osservarono differenti relazioni tra *attitude* e *behaviour*, ovvero tra le preferenze espresse dai giocatori verso gli enigmi e il loro comportamento. Fazio e Wilson hanno trovato risultati contrastanti. Fazio trovò maggior correlazione tra *attitude* e *behaviour* quando ai giocatori veniva chiesto di riflettere come si siano sentiti mentre giocavano ai diversi puzzle, rispetto a chi non venne domandato; mentre Wilson ricavò l'opposto. Millar e Tesser indagarono il motivo di questa contrapposizione e proposero la ragione, Fazio chiese di riflettere sulle sensazioni provate durante il gioco, mentre Wilson nel suo esperimento domandò "perché" i puzzle fossero piaciuti o meno. Questo avrebbe creato un disallineamento tra *attitude* e *behaviour*, per diversi motivi. L'attitudine è concetto ricco e non riguarda solo una valutazione dell'oggetto, ma può essere visto come un'entità multicomponente che racchiude cognizione e affetto. I puzzle sono stati presentati sia da Wilson che da Fazio come un'attività ludica, senza uno scopo strumentale (ovvero, ad esempio, risolverli per migliorare le capacità mentali), di conseguenza è una situazione dove i partecipanti giocano per il piacere di divertirsi, e per questo chiedere di riflettere sulle proprie emozioni avrebbe aumentato la correlazione tra *attitude* e *behaviour*. Invece, pensare sul "perché" è un atto che farebbe riflettere sugli elementi che costituiscono il puzzle, allontanando il pensiero da quali sensazioni il giocatore abbia provato. Particolarmente rilevante quindi è stata la struttura degli esperimenti. Per verificare la relazione tra *attitude* e *behaviour*, tutti e tre gli esperimenti hanno avuto una prima parte dove ai partecipanti veniva chiesto di giocare e prendere dimestichezza con i diversi enigmi. In seguito, dopo questa prima sezione, veniva posto un questionario per valutare quali fossero i puzzle preferiti. Infine, nella seconda parte c'era la possibilità di giocare liberamente e di selezionare i puzzle che si preferivano risolvere. Questa struttura in due parti fornisce uno spunto per quella del progetto: la prima per conoscere i puzzle e valutarli tramite un questionario, mentre nella seconda inserire gli enigmi adattati. Inoltre, gli indicatori usati da Millar per misurare il comportamento, ovvero il tempo impiegato, l'ordine dei puzzle e la proporzione degli enigmi per tipologia provati, sono stati d'ispirazione per le scelte effettuate nella presente tesi.

3.2 Target Audience dei videogiochi

In questa sezione viene fatta una considerazione sulle tassonomie per segmentare la target audience nel mondo videoludico. Innanzitutto, l'obiettivo del game design è quello di creare un'esperienza per i giocatori, ovvero progettare degli eventi in grado di suscitare una serie di situazioni ed emozioni desiderate. Trattandosi di qualcosa di

immateriale e che si dovrebbe formare all'interno della mente del giocatore, un'esperienza non risulta un elemento facilmente controllabile, e bisogna evitare di dare per scontate le necessità dei giocatori. Per questo, esistono diversi strumenti, sia tecnici che teorici, che vengono utilizzati per realizzare avventure che cercano di suscitare l'effetto desiderato. Uno degli strumenti più importanti per effettuare una buona progettazione, è conoscere la propria target audience. Esistono molte tassonomie, che considerano aspetti demografici o psicografici, ma non entrano nel dettaglio dei rompicapi. Come accennato all'inizio di questo capitolo, in queste tassonomie può essere identificato un amante dei puzzle, che li predilige al posto di un combattimento ad esempio, ma non si distingue quali categorie di enigmi tali amanti preferiscano. Ad esempio, viene riportata di seguito la tassonomia psicografica di BrainHex [34], interessante perché mette in relazione le preferenze con i processi del cervello.

- **Seeker.** Un Seeker è una persona curiosa, interessata all'esplorazione del mondo di gioco e attratta dalla scoperta.
- **Survivor.** Un giocatore di questa categoria è attratto dalle esperienze negative, come il terrore e la paura.
- **Daredevil.** Questo stile di gioco è caratterizzato dalla vertigine, dall'emozione del rischio e situazioni al limite.
- **Mastermind.** Risolvere puzzle o creare strategie sono le attività che un Mastermind trova divertenti.
- **Conqueror.** Chi appartiene a questa categoria cerca sfide impossibili, combattendo contro avversari fortissimi fino a batterli.
- **Socializer.** Le persone a cui piace socializzare e rapportarsi con altri fanno parte dei Socializer.
- **Achiever.** Un Achiever è orientato verso il voler completare ogni obiettivo possibile.

Il Mastermind è quindi colui che apprezza i puzzle, indipendentemente dal tipo. Il piacere provato da questi giocatori nasce dalla forte relazione tra il centro decisionale e il centro del piacere, che rende una scelta corretta intrinsecamente gratificante. Come accennato in precedenza, non si fa distinzione però tra un tipo di puzzle rispetto a un altro. Questo era un esempio di tassonomia psicografica, ovvero che identifica i giocatori in base al carattere e alle proprie preferenze. Anche tassonomie demografiche, basate appunto su dati demografici, non offrono visioni interessanti. Ad esempio, Raph Koster in "A Theory of Fun" [25] propone una riflessione sui generi biologici,

che presuppone una propensione verso certe meccaniche ed esperienze. Nella seguente tabella, adattata da [5] e [40], è presente una visione generale, chiaramente non applicabile a tutti, ma funzionale su larga scala.

Maschi	Femmine
Competizione	Mondo Reale
Dominio	Emozione
Distruzione	Nutrimento
Puzzle Spaziali	Dialogo e Puzzle Verbali
Trial & Error	Imparare Tramite Esempi

Tabella 1: Tabella riassuntiva delle preferenze tra maschi e femmine

Koster sottolinea come questo non vuole essere un discorso sessista, ma al momento sono riscontrabili alcune differenze. Aggiunge inoltre che, con il mondo che si evolve, è molto probabile che le differenze tra sessi saranno sempre meno evidenti. Per questo, anche se dalla distinzione si potrebbe ricavare che puzzle verbali e spaziali attraggano persone diverse, non è il caso di considerarlo come un fattore importante per misurare le preferenze, in quanto l'idea rischierebbe di nascere obsoleta, o diventarla nel vicino futuro.

3.3 Engagement e Continuation Desire

Non trovando qualcosa di specifico per i puzzle, l'attenzione è stata rivolta verso un concetto più generale, ed è il caso dell'*engagement*. Introducendo in maniera semplice il concetto, se un giocatore non è attratto e divertito dal gioco, non ci giocherà [37]. Una ricerca interessante per quanto riguarda questo progetto è stata fatta da Sharek e Weibe [43]. Sono già stati citati nel primo capitolo grazie a *Gridblocker*. In questa ricerca cercano di unire alcune teorie sull'*engagement* per creare un gameplay adattivo. Infatti, studiano tre versioni diverse di *Gridblocker*: la prima con una progressione dei livelli lineare, la seconda dove i giocatori sono liberi di scegliere tra un livello più semplice o uno maggiormente difficile, e l'ultima dove un sistema adattivo dinamico propone puzzle in base al comportamento del giocatore. Questa versione usa un algoritmo che prende in ingresso i dati da tutti i livelli giocati in precedenza, per avere una visione complessiva, e i dati dell'ultimo livello giocato, per un'impressione dell'immediato. I dati raccolti comprendono il tempo impiegato, e due indicatori particolari, *Game-clock Checks* e *Secondary Task*. Per quanto riguarda i *Game-clock Checks*, ai giocatori era stato detto di giocare per un certo lasso di tempo; tra il passaggio da un puzzle al prossimo potevano controllare il tempo rimanente, e, in base al loro comportamento, si determina una diversa volontà di giocare. Il *Secondary*

Task, invece, è una semplice mini attività secondaria che permette di determinare il carico cognitivo [33] del task principale. I risultati sono promettenti e aprono alla possibilità della misurazione dell'*engagement* durante il gameplay.

Ritornando alla nozione di *engagement*, il coinvolgimento del giocatore è una parte dell'esperienza provata mentre si gioca, e può essere messa in relazione con diversi concetti, come il *Flow* [11] o l'immersione [7]. Secondo Csikszentmihalyi [11] il *Flow* è un'esperienza talmente gratificante che le persone sono portate a giocare solo per il piacere di farlo, senza preoccuparsi di ottenere qualcosa in cambio. Secondo Brown e Cairns [7] invece, l'*engagement* è il primo stadio verso l'immersione del giocatore; è legato alle sue preferenze, perché se il gioco non piace, non proverà a essere coinvolto; infine è necessario del tempo per venire trascinati, e quando la barriera d'ingresso viene superata il giocatore è attratto, interessato, e vuole continuare a giocare. Anche Brown e Vaughan [8] propongono che un elemento centrale nel concetto di giocare sia il desiderio di continuare, e il piacere dell'esperienza guida tale desiderio. Schoenau-Fog [44] analizza queste e altre teorie, e nella sua ricerca individua l'*engagement* come il livello di continuation desire che si prova durante il gioco. Il coinvolgimento prende il via dalla motivazione individuale a iniziare a giocare ed è guidata dal desiderio di continuare, da cui deriva perseveranza, determinazione e tenacia. Nella sua ricerca, propone quattro categorie concettuali che supportano il continuation desire e l'*engagement*.

- **Objectives.** Questo componente riguarda cosa il giocatore desidera ottenere e gli inneschi che lo motivano a continuare a giocare. Gli obiettivi possono essere estrinseci, ovvero forniti dal gioco, o intrinseci, ovvero definiti dal giocatore.
- **Activities.** Le attività sono ciò che il giocatore voglia fare per raggiungere gli obiettivi. Esistono diversi tipi di attività, come ad esempio la risoluzione dei puzzle, socializzare con altre persone, proseguire nella storia o la distruzione del mondo di gioco.
- **Accomplishments.** Quello che accade quando viene raggiunto un obiettivo, che cambia in base ai risultati del giocatore. Il desiderio di continuare è sostenuto dal voler raggiungere un obiettivo, far progredire il proprio personaggio, o completare sfide.
- **Affects.** La componente affettiva riguarda le emozioni che prova il giocatore quando esegue un'attività o raggiunge un obiettivo. Possono esserci emozioni positive, che fanno sentire bene il giocatore; emozioni negative, che invece riguardano noia o frustrazione; e infine l'essere assorbiti dal gioco, similmente al *Flow* o all'*Immersion*.

Nelle considerazioni finali, Schoenau-Fog trova delle somiglianze tra la componente affettiva, e i lavori di Poels, IJsselsteijn e Van den Hoogen, che hanno sviluppato il "Game Experience Questionnaire" (GEQ) [38]. Il GEQ è un questionario creato per misurare l'esperienza provata durante il gioco, ed è stato realizzato prendendo in considerazione diversi generi videoludici, tra cui First Person Shooter, Puzzle, Sport, e altri. Il questionario finale è composto da tre moduli, ma quello più rilevante per il presente lavoro è il primo (core questionnaire, o GEQ-core), che divide l'esperienza in sette elementi.

- **Competence.** Questo componente è legato a quanto il giocatore si sia sentito competente.
- **Sensory and Imaginative Immersion.** Il piacere derivato dalla storia o dai sensi.
- **Flow.** Elemento in relazione con le sensazioni di immersione e concentrazione sul gioco.
- **Tension.** In questa categoria sono considerati fattori di tensione come la frustrazione e l'irritabilità.
- **Challenge.** Quanto il giocatore si sia sentito sfidato dal gioco.
- **Negative Affect.** Elemento dal carattere negativo, che comprende sensazioni di noia e stancanti.
- **Positive Affect.** Con Positive Affect si intendono le sensazioni positive trasmesse dal gioco, come sentirsi bene e felici.

Per ognuno di questi elementi sono formulate 6 domande, per un totale di 42 quesiti, in seguito ridotti a 33. Ogni risposta corrisponde a un valore su una scala da 0 a 4. Dal core questionnaire è stata poi derivata una versione ridotta, adatta per essere usata durante una sessione di gioco. L'in-game questionnaire, riportata di seguito, usa le due domande più significative di ogni categoria, per un totale di 14. Dove compare "(GEQ Core - x)", indica che il quesito corrisponde alla domanda numero x del core questionnaire.

In-game GEQ

Please indicate how you felt while playing the game for each of the items, on the following scale: not at all (0), slightly (1), moderately (2), fairly (3), extremely (4)

1. I was interested in the game's story (GEQ Core – 3)
2. I felt successful (GEQ Core – 17)

3. I felt bored (GEQ Core – 16)
4. I found it impressive (GEQ Core – 27)
5. I forgot everything around me (GEQ Core – 13)
6. I felt frustrated (GEQ Core – 29)
7. I found it tiresome (GEQ Core – 9)
8. I felt irritable (GEQ Core – 24)
9. I felt skilful (GEQ Core – 2)
10. I felt completely absorbed (GEQ Core – 5)
11. I felt content (GEQ Core – 1)
12. I felt challenged (GEQ Core – 26)
13. I had to put a lot of effort into it (GEQ Core – 33)
14. I felt good (GEQ Core – 14)

Questa versione compatta è molto utile e, prendendo in considerazione la struttura identificata alla fine del capitolo 3.1 (ovvero con un questionario da sottoporre dopo una prima fase di gioco), l'in-game GEQ sarà adottato nel progetto per capire le preferenze tra i diversi puzzle. Esistono altri questionari per misurare l'esperienza e l'*engagement*, ma il GEQ è molto utilizzato in ambito accademico. Anche se il Game Experience Questionnaire è molto usato nella ricerca, sembrano esserci alcune problematiche, non sorvolate in questo progetto. Delle ricerche come quella di Law, Brühlmann e Mekler [26], analizzando il GEQ-core trovano alcuni problemi in qualche componente, in particolare, *Negative Affect* e *Tension* non sembrano molto distinti, e anche *Challenge* ha degli elementi particolarmente delicati. Law e colleghi però hanno specificato di essersi concentrati sul GEQ-core, in quanto è considerato il modulo più problematico. Tenendo in considerazione questo possibile problema, la versione *In-game* non sembra quindi avere particolari criticità, e verrà adottata nel presente progetto. Un altro motivo è anche perché il GEQ è tra gli unici a fornire una versione compatta da usare durante il gameplay.

Per concludere, l'idea carpita durante l'analisi fatta in questo capitolo è quella di unire i risultati del GEQ con un valore associato al desiderio di continuare.

Capitolo 4

PCG nei puzzle

Come già introdotto nel primo capitolo, la generazione procedurale è molto ricercata e applicata nei più svariati generi videoludici. Per quanto riguarda gli enigmi però, l'uso è abbastanza limitato e focalizzato principalmente sulla generazione offline dei puzzle, come identificato da De Kegel e Haahr nella loro ricerca [2]. Il fascino della PCG applicata ai puzzle però è facilmente intuibile, perché in ogni gioco esistono dei rompicapi, sono popolari, ma hanno una scarsa, se non nulla, rigiocabilità. Il problema principale di voler applicare la generazione procedurale a un puzzle è che esso debba avere obbligatoriamente una soluzione. Inoltre, il rompicapo deve essere divertente, elemento che non è particolarmente garantito dalla generazione. Il presente capitolo ripercorre le scoperte di De Kegel e Haahr [2], per analizzare lo stato corrente della ricerca. Nel capitolo 2 è già stata presentata la loro classificazione dei diversi puzzle, che comprende le principali categorie di enigmi a cui è stata applicata la PCG. In questo caso sono riassunti i principali giochi e tecniche usate per generare puzzle.

- ***Sokoban-Type Puzzles***

I puzzle di questa categoria sono abbastanza popolari per la generazione procedurale, ed esistono diversi approcci: chi ha utilizzato tecniche *generate-and-test*, con un algoritmo *breadth-first search* per verificare la soluzione; tentativi *search-based*, con la situazione iniziale trovata partendo dalla configurazione finale e procedendo a ritroso (molto dispendioso), oppure con un *Monte Carlo tree search*. Il problema in generale è che è possibile generare livelli piccoli, ma con il crescere della difficoltà il compito si ingigantisce e il tempo di creazione aumenta in modo esponenziale.

- ***Sliding Puzzles***

In questa categoria, il *15-Puzzle* è il rompicapo più studiato. In questo gioco, il trucco per sapere se una posizione iniziale casuale dei numeri è risolvibile è

conosciuto già dall'inizio del 1900 [21], ed è noto come parità delle permutazioni. Il principio è valido solo per gli n-puzzle e non è applicabile a enigmi con pezzi di forme diverse [21]. Negli altri casi un approccio che parte dalla configurazione finale e risale a quella iniziale potrebbe essere una base di partenza.

- ***Tile-Matching Puzzles***

I puzzle di questa categoria spesso nascono già con aspetti procedurali, per rendere casuali le posizioni degli oggetti nella griglia o l'ordine di apparizione, come ad esempio i *Tetramini* in *Tetris*.

- ***Assembly Puzzles***

Non esistono particolari ricerche in merito alla creazione di puzzle Assembly 2D, probabilmente perché non sono troppo complicati da creare (si tratta di un'area da dividere in qualche modo). Per i puzzle 3D invece esiste un tentativo per creare oggetti composti da mattoncini in modo simile a un *LEGO* [45].

- ***Mazes***

La generazione di un labirinto potrebbe essere visto come un argomento ampio, in quanto potrebbe ricadere nei casi di creazione di un dungeon o di un livello. Da questo punto di vista è un argomento molto studiato. A ogni modo, esistono lavori anche su labirinti più vicini al senso stretto di puzzle, ad esempio applicati sulla generazione di enigmi di *The Witness*.

- ***Path-Building Puzzles***

Per questa categoria esiste uno studio in particolare, fatto da Smith [1]. Il gioco creato si chiama *Refraction*, è composto da Path-Building puzzle, ed ha l'obiettivo educativo d'insegnare il funzionamento delle frazioni. I livelli sono stati generati offline tramite diverse tecniche.

- ***Narrative Puzzles***

In questa categoria sono presenti diversi approcci per generare puzzle durante il gioco, come il puzzle-dice system [13]. Anche i generatori di quest, tipiche dei giochi RPG, possono ricadere in questa tipologia.

- ***Physics Puzzles***

Alcuni studi si sono concentrati su metodi prevalentemente offline e generate-and-test per creare layout di livelli, in particolare su cloni di *Angry Birds* [14] e *Cut The Rope* [41].

- **Logic Puzzles**

Il *Sudoku* ha molte diverse ricerche anche per interesse commerciale, vista la popolarità sulle riviste. Per questo motivo sono stati studiati diversi approcci per generare puzzle automaticamente per inserirli nei giornali.

- **Word Puzzles**

I cruciverba hanno un interesse simile al *Sudoku*, ma ci sono ricerche anche per creare Word Puzzle di diverso tipo, come trova la parola intrusa, o identifica quella con il concetto simile [36].

- **Riddles**

Infine, i Riddle sono molto difficili da generare, in quanto richiedono concetti complessi da elaborare per un computer, come i doppi sensi. Nonostante ciò, ci sono stati alcuni tentativi, ma con risultati scarsi, come un bot per *Twitter* [19].

Questo breve riassunto di De Kegel e Haahr [2] serve a mostrare la varietà di tecniche usate e tipi di puzzle affrontati presente nella ricerca, dalla quale si ricava una considerazione: tranne qualche caso eccezionale, la generazione procedurale di puzzle si è concentrata sullo sviluppare metodi offline, che sono utili per aiutare i designer durante la fase di sviluppo del gioco, ma non aiutano a risolvere il problema della rigiocabilità. Questo potrebbe nascere dal fatto che i puzzle devono obbligatoriamente avere una soluzione, di conseguenza essa deve essere verificata quando vengono generati; ma per farlo, in molte categorie la difficoltà diventa esponenziale, e per questo non possono essere inseriti nei giochi.

Johnson [23] esamina i vantaggi della generazione procedurale e dei contenuti creati manualmente in modo classico. Identifica come i maggiori vantaggi della PCG siano aumentare la rigiocabilità, creare livelli impegnativi ed enfatizzare l'esplorazione; mentre il design classico è migliore per aspetti che la PCG non è ancora in grado di soddisfare pienamente, come generare degli eventi o situazioni volute per uno specifico momento del gameplay (Johnson pone l'esempio che se un algoritmo è costruito in modo restrittivo tale da generare in quel punto lo stesso risultato ogni volta, allora è indistinguibile dal creare l'evento a mano), o creare storie e puzzle. In particolare, Johnson nota che ci sono sviluppi sulla generazione procedurale degli enigmi, ma, rispetto alle controparti progettate a mano, i rompicapi risultano in una fase nascente e sono meno complessi. Questo perché ci sono problemi a generare puzzle difficili. Innanzitutto, bisogna identificare cosa renda complicato un enigma. Solitamente questo viene tradotto in maniera semplice con un numero elevato di mosse per risolvere il puzzle. Questo potrebbe essere dispendioso da realizzare, ma inoltre bisogna anche garantire che non esistano percorsi più semplici risolvibili con meno mosse, per questo

la generazione necessita quindi di verificare il puzzle in maniera esaustiva. Un buon enigma però non ha solo una soluzione, ma potrebbero esserci più sequenze possibili. In questo caso non solo il problema sarebbe avere la possibilità di soluzioni multiple, ma esse dovrebbero rispettare un concetto di parità, ovvero devono possedere una difficoltà simile per evitare di creare frustrazione nei giocatori che non hanno trovato la via facile. Questi fattori rendono la generazione una sfida molto complessa. Infine, l'altro problema è che i puzzle spesso sono creati in modo tale da essere guardati dai giocatori, ovvero devono notare alcuni dettagli utili per la risoluzione. Ad esempio, un sistema di PCG dovrebbe essere in grado di capire cosa i giocatori vedano, e, aspetto ancor più difficile, interpretare come loro recepiscono gli elementi. Johnson poi analizza degli esempi di giochi, come *Spelunky* (2008), e identifica due modalità d'integrazione tra generazione procedurale e design a mano: una verticale, dove una struttura lineare progettata a mano viene arricchita con contenuti procedurali; e una orizzontale, dove gli elementi procedurali e quelli prodotti dal creatore possono essere interscambiabili. Questo lavoro di Johnson è utile perché è stata ricavata un'idea interessante per questa tesi, ovvero quella di integrare PCG e design manuale all'interno dei puzzle stessi. Un enigma progettato a mano è probabilmente completo e divertente, ma raramente rigiocabile; per contrastare questo problema, si potrebbero inserire degli elementi di proceduralità, per fornire varianti alla base del puzzle. In questo modo l'enigma potrebbe essere progettato con una certa esperienza in mente, e in più le variazioni gli permetterebbero di essere rigiocato con possibili soluzioni diverse.

Capitolo 5

Progettazione e Implementazione del progetto

Dopo aver affrontato i diversi problemi incontrati in questo progetto, in questo capitolo è presentata la progettazione e l'implementazione del gioco. Lo scopo del gioco è trovare le preferenze tra i diversi puzzle per adattarli al giocatore. Nel presente capitolo i puzzle sono trattati in maniera generale, come elementi intercambiabili, mentre il dettaglio sulla scelta è nel prossimo capitolo.

5.1 Struttura dell'esperimento

Come anticipato nei capitoli precedenti, e schematizzato in figura 5, la demo è composta da due parti, più un'introduzione.

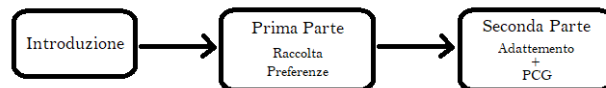


Figura 5: Schema di alto livello della struttura del gioco

Nell'introduzione il giocatore viene informato della storia creata per il gioco. Prima d'iniziare gli viene chiesto quale pensi essere la sua tipologia di puzzle preferita tra quelle selezionate per il gioco (questo è stato fatto per confrontare se alla fine questa risposta e la preferenza finale coincidano). Subito dopo la domanda inizia l'esplorazione del mondo di gioco. Il giocatore controlla un personaggio in un mondo 2D e deve interagire con gli oggetti per risolvere i puzzle e avanzare nel gioco. Nella parte introduttiva si trovano i primi puzzle di ogni categoria, molto introduttivi. Ulteriori informazioni sui personaggi, la storia, e quali puzzle si incontrino sono presenti nel

Game Design Document (appendice A). Nella figura 6 è rappresentata la mappa della prima sezione. Le sculture numerate indicano i quattro posti dove trovare i diversi rompicapo. Una volta risolti, la porta nel punto A si apre ed è possibile proseguire. Nella figura 7 è presente il diagramma di flusso di questa parte introduttiva.

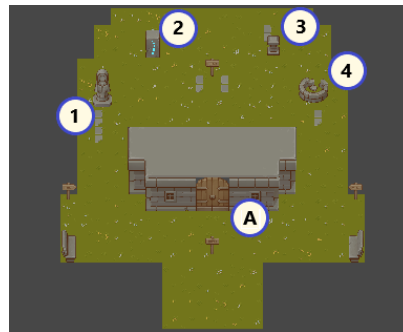


Figura 6: Prima sezione del gioco

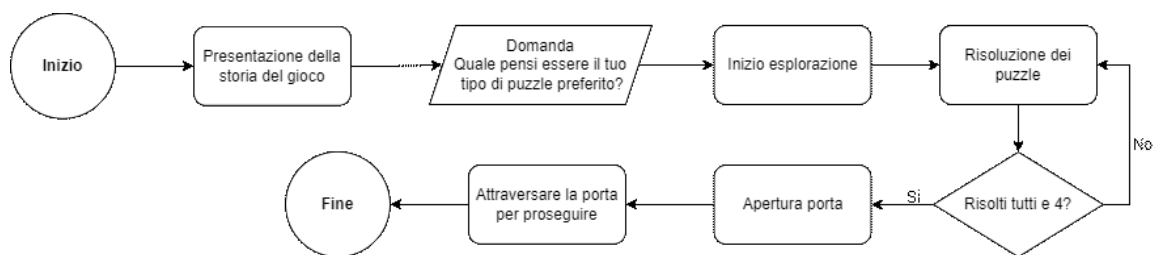


Figura 7: Diagramma di flusso della sezione introduttiva

Dopo aver completato l'introduzione, il giocatore entra nella prima stanza (figura 8), dove deve risolvere una serie di puzzle per poter accedere alla prossima parte.

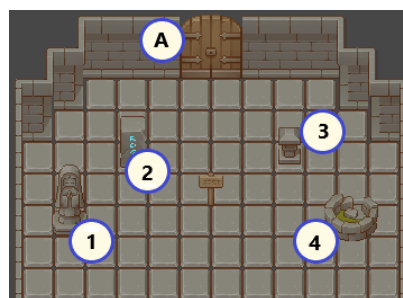


Figura 8: Prima stanza del gioco. I numeri corrispondono ai luoghi dove trovare i puzzle, mentre A è la porta per la prossima sezione

Questa stanza corrisponde alla "prima parte" della figura 5, ed è dove viene determinato il valore del piacere per ogni tipologia di puzzle. Come delineato nei precedenti capitoli, si vuole sottoporre al giocatore la variante in-game del Game Experience Questionnaire [38], riportata alla fine del capitolo 3.

Le domande vengono poste in sequenza, nella forma visibile in figura 9. I 14 quesiti appartengono ai 7 componenti del GEQ come segue: *Competence*, domande 2 e 9; *Sensory and Imaginative Immersion*, 1 e 4; *Flow*, 5 e 10; *Tension*, 6 e 8; *Challenge*, 12 e 13; *Positive Affect*, 11 e 14; *Negative Affect*, 3 e 7. Nella demo non saranno presenti le domande della componente *Sensory and Imaginative Immersion*, perché i puzzle non hanno un elemento di storia, come richiesto dal primo quesito; di conseguenza nel gioco sarà usata una variante con sole 12 domande e 6 componenti. Non c'è un modo standard per unire i componenti, nel GEQ viene solo riportato che il risultato per ognuno dei singoli elementi corrisponde alla media dei valori dati alle due domande associate [38].

Quindi, per calcolare il valore del piacere, il risultato dei vari componenti è stato trovato come segue:

$$GEQ \text{ Result} = Competence + Flow + Challenge + Positive Affect + Tension - 1.5 * Negative Affect$$


Figura 9: In-game GEQ

Intuitivamente e analizzando le domande, i componenti *Competence*, *Flow*, *Challenge* e *Positive Affect* sono valori positivi, che accrescono il piacere provato verso il puzzle. *Tension* invece è meno intuitivo. La frustrazione è un elemento molto particolare, soprattutto nei puzzle. Già Lindley [29] osservò alcuni comportamenti particolari. Alcune persone asserivano al fatto che nonostante trovassero un puzzle difficile e frustrante, in qualche modo si intestardivano nel risolverlo; oppure lo mettevano inizialmente da parte, ma poi tornavano a riprovarci. Anche Nicole Lazzaro [17], nella sua definizione di *Hard Fun*, dice che le emozioni derivino da sfide, strategie e puzzle significativi. I giocatori cercano di superare gli ostacoli che le sfide impongono, e nel fare questo si creano emozioni come frustrazione e Fiero. Per questi motivi la

componente Tension è stata alla fine considerata come un elemento positivo. Di conseguenza, Negative Affect è l'unico componente negativo, e per questo è stato fornito con un peso leggermente maggiore.

Oltre al risultato del GEQ, si voleva anche aggiungere un valore legato al desiderio di continuare. Per fare ciò, alla fine di ogni puzzle verrà chiesto alla persona se vuole continuare con la stessa tipologia di rompicapo. Nel caso accettasse, il valore di piacere sarà incrementato di un'unità, altrimenti non cambierà. Invece, se il giocatore premeva continua, ma senza risolvere il prossimo puzzle, il punto verrà tolto (questo perché è probabile che si sia verificato un errore di selezione, oppure è solo curiosità di vedere il prossimo enigma, ma senza la voglia di continuare).

Riassumendo

$$Pleasure\ Value = GEQ\ Results + Continue\ Times$$

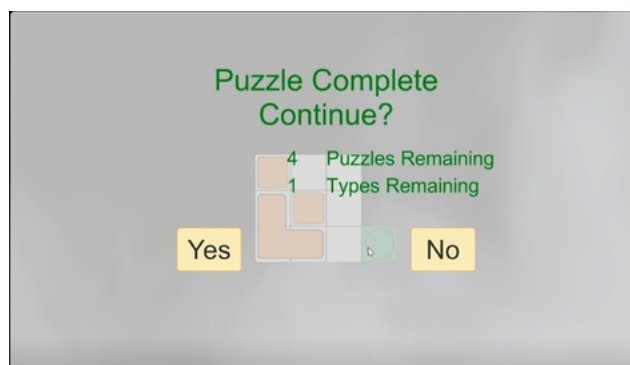


Figura 10: Schermata che chiede se si vuole continuare

Quindi, per completare questa prima parte, il giocatore dovrà risolvere almeno 10 puzzle e almeno uno per tipologia. Potrà scegliere tra le 4 categorie i puzzle che vorrà risolvere, con l'idea che sceglierà e avrà maggior desiderio di continuare con gli enigmi che lo attirano. Sono presenti un massimo di 4 rompicapi per tipologia, per un totale di 16. Una volta che avrà completato con successo almeno un puzzle per tipo ed essere uscito dalla sua schermata, verrà attivato il GEQ per quella categoria. Il questionario non si ripete su una tipologia che è già stata valutata. Nella figura [11](#) è rappresentato il diagramma di flusso della prima sala, in particolare con obiettivo si intende quello descritto in questo paragrafo.

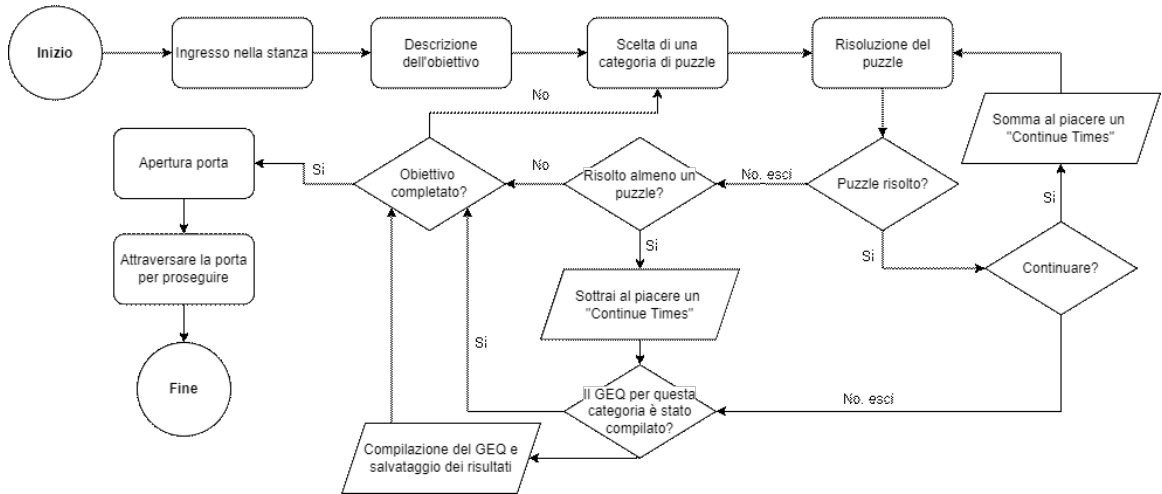


Figura 11: Diagramma di flusso della prima stanza

Nella seconda fase infine avviene l’adattamento in base alle preferenze. L’adattamento della difficoltà non avviene in base alla classifica delle preferenze, ma secondo il valore del piacere associato. Questo perché anche se una categoria piace meno di un’altra non significa necessariamente la volontà di una difficoltà diversa. Inoltre, riferendosi al valore del piacere rispetto alla posizione in classifica è più probabile evitare possibili errori derivanti da un piazzamento errato. Il valore massimo del piacere è 19, di conseguenza sono stati definiti 4 livelli di difficoltà, attivabili quando il numero calcolato supera una certa soglia. La tabella seguente riporta tali soglie, valide per ogni categoria di puzzle.

Difficoltà	Valore Piacere
Facile	<6
Medio	tra 6 e 12
Difficile	tra 12 e 16
Molto Difficile	>16

Tabella 2: Tabella riassuntiva dei livelli di difficoltà

Questa seconda fase è caratterizzata da una nuova sala (figura 12). Nel livello sono presenti quattro personaggi, nell’ambito della storia gli esperti delle quattro categorie di puzzle (chiamati *Master*), che proporranno al giocatore tre enigmi ciascuno, per un totale di 12. Come introdotto poco sopra, la difficoltà di questi enigmi dipende dal valore di piacere. Inoltre, sono caratterizzati da una componente procedurale, che sarà presentata nel prossimo capitolo.

Completati tutti i puzzle, la persona potrà ottenere il tesoro finale e uscire dal gioco, dove potrà vedere, in un'apposita schermata (figura 14), la classifica delle preferenze espresse (ovvero, la categorie di puzzle sono ordinate secondo il valore del piacere). Nella figura 13 è presente il diagramma di flusso di questa ultima sala.

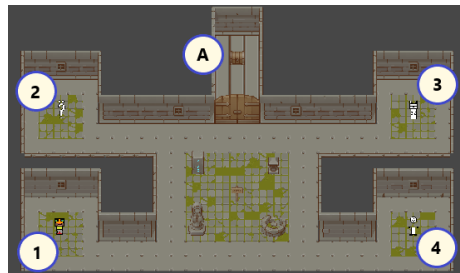


Figura 12: Seconda stanza del gioco. I numeri corrispondono ai luoghi dove trovare i puzzle, mentre in A c'è il tesoro finale

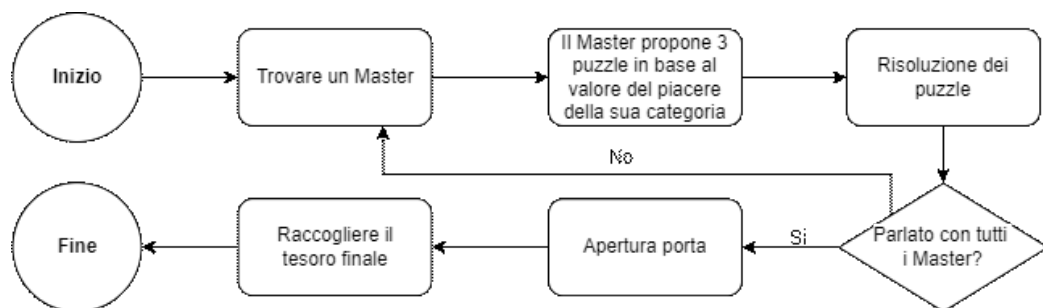


Figura 13: Diagramma di flusso della seconda sala

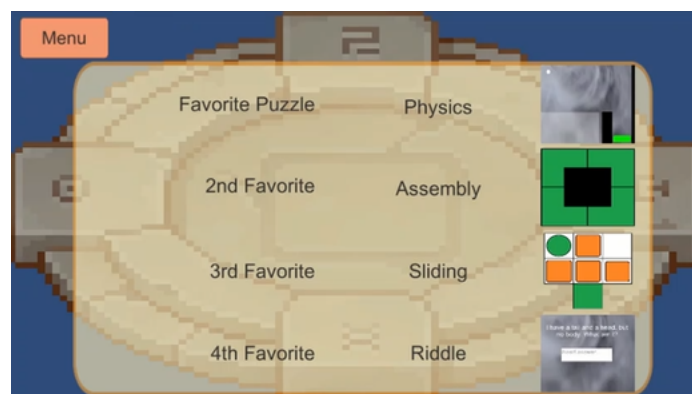


Figura 14: Schermata dei risultati finali

Per ulteriori dettagli sulla mappa e sugli eventi presenti nel gioco, si rimanda all'appendice A, *Game Design Document*.

5.2 Scelte Tecniche

Esistono diversi software per la realizzazione di videogiochi. Per questo progetto, è stato scelto *Unity3D*.

Unity3D (abbreviato in *Unity*) è un game engine multipiattaforma sviluppato da Unity Technologies. Inizialmente rilasciato nel 2005 come esclusiva per giochi Mac OS X, si è poi aperto gradualmente a molte altre piattaforme, sia console, che sistemi operativi, realtà virtuale, e mobile. *Unity* è in grado di creare videogiochi sia bidimensionali (2D) che tridimensionali (3D), oltre a simulazioni interattive e altre forme d'intrattenimento. *Unity* supporta principalmente il linguaggio C# e fornisce l'accesso a molti moduli integrati per diversi aspetti dello sviluppo, e anche a un vasto negozio di articoli, sia gratuiti che a pagamento. *Unity* è un software proprietario con una licenza gratuita se i ricavi dai giochi non superano 100.000\$, e questa accessibilità permette di avere una community molto ampia e attiva. Esistono valide alternative, come *Unreal Engine*, che sotto alcuni aspetti è superiore a *Unity*, ad esempio nella resa grafica. Inoltre, è molto più pesante e complesso, e i giochi prodotti richiedono tendenzialmente dispositivi più potenti per girare. *Unity* è stato preferito per la maggior versatilità e semplicità, oltre ad avere un ecosistema ampio che aiuta nella soluzione dei problemi.

Di conseguenza, il progetto è stato sviluppato nel seguente ambiente:

Hardware

Processore - Intel(R) Core(TM) i5-4210U CPU @ 1.70GHz 2.40 GHz

RAM installata - 8,00 GB

Tipo sistema - Sistema operativo a 64 bit, processore basato su x64

Scheda Video - Intel(R) HD Graphics Family

Software

Windows - Edizione Windows 10 Home, Versione 21H2

Unity3D - Versione 2020.3.7f1

5.3 Raccolta Dati

Vista la situazione sanitaria incerta, il gioco è stato pensato per raccogliere dati da remoto e inviarli in appositi *Form* di *Google* mentre i tester giocano. Questa è un'opzione permessa tramite un API di *Unity*, fatto che consolida la scelta dell'*engine* usato. Nella figura [15](#) è schematizzata la struttura del playtest. Il giocatore avrà la propria demo da giocare, che durante la sessione raccoglierà dati da inviare ad

appositi *Google Form*. Alla fine del gioco verrà in ultimo proposto un questionario di valutazione dell'esperienza provata.

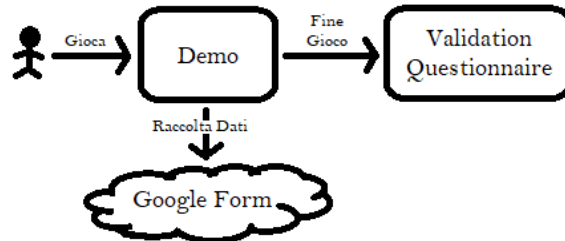


Figura 15: Schema del playtest

I dati raccolti nei Form comprendono la risposta alla domanda iniziale (quale tipo di puzzle il giocatore preferisca tra quelli selezionati), il valore di piacere calcolato per ognuna delle categorie di puzzle, e gli indicatori selezionati (tramite l'analisi nel capitolo 3) per analizzare se esista una relazione tra questi dati e le preferenze espresse nei rompicapi. Gli indicatori sono: il tempo e il numero di tentativi impiegati su ogni enigma risolto, l'ordine in cui sono state affrontate le tipologie, e il numero di enigmi risolti per tipo. Queste relazioni sono state analizzate tramite *R*.

R è un linguaggio di programmazione specializzato nell'analisi statistica. È stato creato da Ross Ihaka e Robert Gentleman e poi supportato dal R Core Team e la R Foundation for Statistical Computing. *R* è un software libero, distribuito sotto licenza GNU, ed è uno dei linguaggi più comunemente usati per le analisi statistiche, grazie anche ai pacchetti sviluppati dall'utenza per aggiungere estensioni e funzionalità.

5.4 Sezione Implementativa

Il gioco è strutturato in diverse scene di *Unity*. Nella figura [16](#) è visibile ad alto livello il flusso tra le diverse scene. Il menu iniziale ha una propria scena. Il giocatore, prima di iniziare a giocare, deve passare dalla schermata che lo introduce alla storia del gioco, e successivamente rispondere alla domanda iniziale (quale tipo di puzzle, tra quelli selezionati, pensi essere il suo preferito). La risposta al quesito viene inviata a un *Google Form* (tramite lo script `InitialQuestion.cs` che implementa l'API per farlo) solo nel momento in cui il giocatore preme il pulsante per iniziare il gioco. Tutta la mappa esplorabile è inserita in un'unica scena. Non è necessario costruire una scena per le 3 sezioni di gioco (figure [6](#), [8](#) e [12](#)), è bastato metterle a una distanza tale che la telecamera non riuscisse a vedere le altre zone, e unirle teletrasportando il giocatore verso la nuova area. Quando il giocatore interagisce con uno degli elementi

che contengono puzzle, la scena cambia. Ogni categoria di enigmi possiede una propria scena di *Unity*, ognuna con un proprio manager che decide quale rompicapo proporre. Questo permette una struttura più modulare, con le diverse categorie di puzzle che possono essere trattate singolarmente e sostituibili volendo. Questi manager vengono distrutti al cambio di scena, ma salvano il numero di enigmi risolti nei *PlayerPrefs*, in modo tale da riprendere dal rompicapo corretto. Sono presenti poi anche scene diverse per gli enigmi della seconda parte. Questo è stato fatto per separare la logica delle scene coi puzzle immutabili da quelle coi rompicapi adattati e (semi)procedurali.

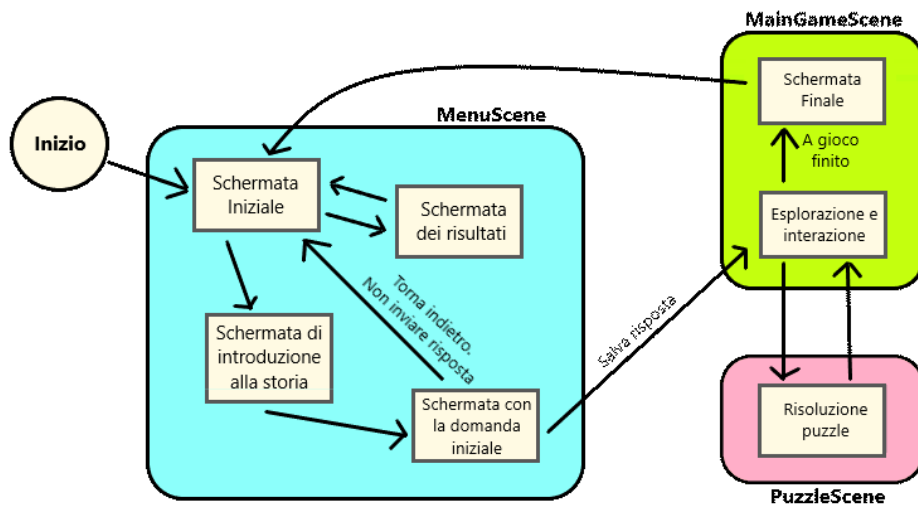


Figura 16: Schema ad alto livello del flusso tra scene diverse

Il corretto flusso del gioco è garantito da un oggetto contenente lo script *GameManager.cs*. Questa classe implementa il pattern singleton, per garantire la presenza di un'unica istanza, e l'oggetto non viene distrutto quando si passa dalla scena del gioco principale a quella dei puzzle, o viceversa. Il *GameManager* si occupa quindi del passaggio tra una scena e l'altra, ma è anche l'unica classe a comunicare di scrivere dei dati nel *PuzzleAdapter*. In questa classe vengono salvati i valori di piacere per le quattro diverse categorie di puzzle. Il *GameManager* comunica al *PuzzleAdapter* quando aggiungere al valore di una certa categoria il *ContinueTimes* (letto dalla classe *PuzzleContinue*) o il risultato del GEQ (avuto dal *GEQManager*). Il *PuzzleAdapter* poi, appena il giocatore entra nell'ultima sala del gioco, ordina i risultati, li scrive nei *PlayerPrefs*, e li inoltra a un *Google Form*. I valori del piacere sono salvati nei *PlayerPrefs* perché questa classe permette di salvare e mantenere i dati tra sessioni di gioco differenti. Questo torna utile per la schermata dei risultati finali (figura 14), in caso il giocatore chiudesse il gioco dopo aver finito, potrebbe tornare a vedere l'esito (in quanto serve per alcune domande nel questionario di validazione). I valori del

piacere sono poi letti dai manager dei puzzle della seconda parte di gioco, in modo da usarli per capire la difficoltà (tabella 2) e proporre gli enigmi adatti. Infine, la classe *PuzzleData* raccoglie alcuni dati utili all'analisi, per ogni singolo puzzle risolto salva, in formato CSV, la categoria di appartenenza, il suo id, il tempo impegnato, e il numero di tentativi. Alla fine del gioco *PuzzleData* invia tutti questi risultati a un *Google Form*. Nella figura 17 è riportato lo schema di interazione descritto.

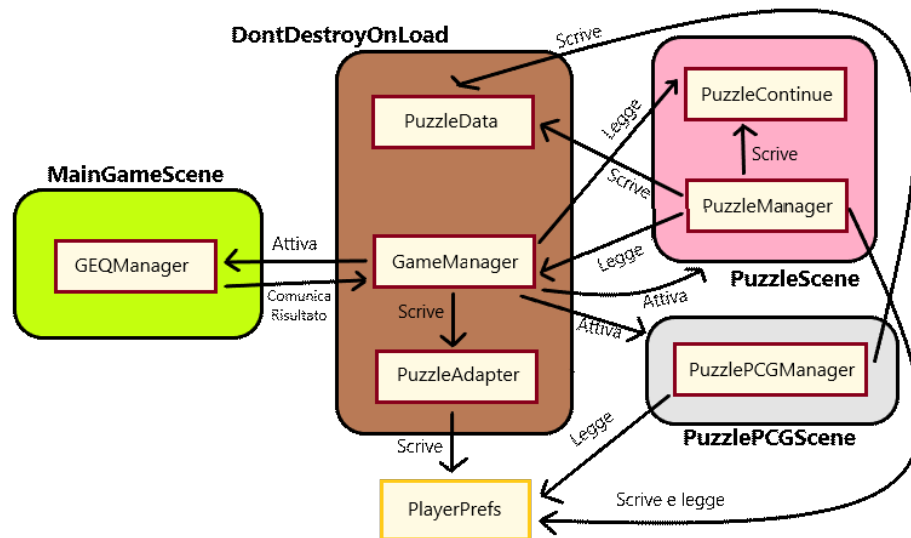


Figura 17: Schema di interazione tra le classi principali coinvolte nell'adattamento

Capitolo 6

Puzzle nel gioco

In questo capitolo vengono presentate le quattro categorie di puzzle che sono state selezionate e inserite nell'architettura descritta nella precedente sezione. Inoltre, per ognuna di esse, la struttura degli enigmi e in che modo è stata affrontata la generazione procedurale.

Nella sezione 3.1, dalla ricerca di Lindley [29], erano state identificate le quattro categorie probabili, ovvero *Mechanical*, *Physical*, *Geometrical* e *Language and Word*. Queste categorie risalgono al 1897 ma è interessante come siano paragonabili alle classificazioni più recenti. Confrontando il raggruppamento di Lindley con la classificazione di De Kegel e Haahr [2], le categorie selezionate sono state *Physics*, *Assembly*, *Riddle* e *Sliding*.

6.1 Physics Puzzles

In entrambe le classificazioni, *Physics Puzzles* trattano di rompicapi basati su principi della fisica (interessante come De Kegel e Haahr scrivano che questo tipo di rompicapo possa esistere solo in forma digitale, ma Lindley più di 120 anni prima li smentisca).

I puzzle creati per la demo consistono nel far rimbalzare una pallina sfruttando la forza di gravità, con lo scopo di farla arrivare al traguardo. Nell'immagine seguente è possibile vedere un esempio del primo livello.

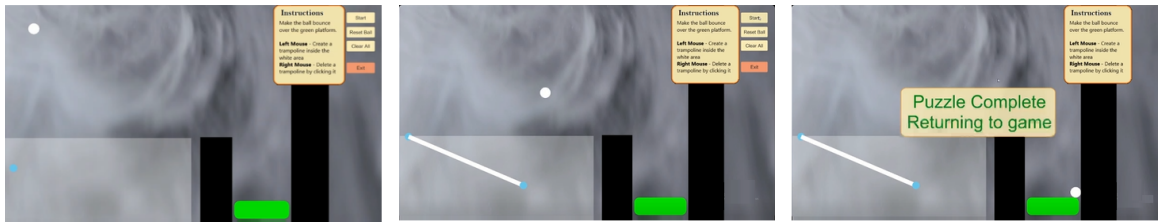


Figura 18: Esempio del primo livello

Creando trampolini, bisogna far rimbalzare la palla facendola atterrare sopra alla piattaforma verde. Gli elementi neri sono ostacoli, e non possono essere attraversati dalla pallina. I trampolini si possono creare solo nella zona bianca ed è possibile cancellarli. Non possono sovrapporsi, o attraversare gli ostacoli. Nell'Appendice A sono riportati tutti i puzzle del gioco.

Per la generazione procedurale è stato considerato l'approccio misto di PCG e design manuale, identificato alla fine del capitolo 4. Il motivo è semplificare il processo e mantenere i benefici della progettazione classica: la generazione di questi puzzle richiederebbe l'analisi delle traiettorie per verificare la fattibilità del livello, senza però sapere se il risultato sia divertente o con la difficoltà adeguata; l'idea è quindi quella di avere un layout base del livello, creato dal designer con una particolare esperienza in mente, mentre alcuni degli ostacoli vengono spostati casualmente dentro un'area per creare variazioni dell'enigma. La figura 19 riporta il diagramma di flusso mentre la figura 20 contiene un esempio.

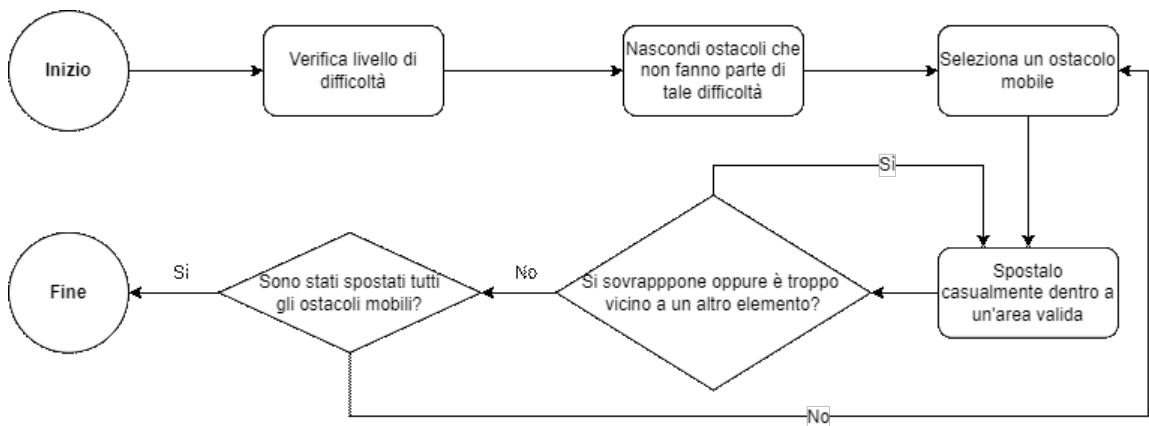


Figura 19: Diagramma di flusso della generazione

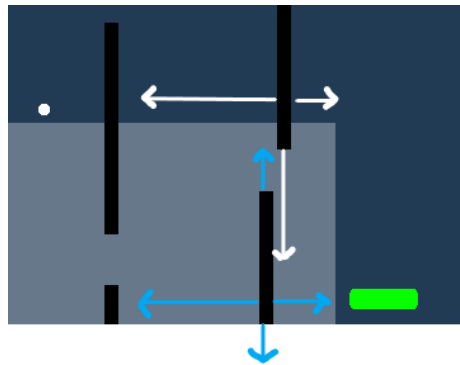


Figura 20: Esempio di livello. I due ostacoli con le frecce indicano la loro area di movimento. Il colore diverso indica che sono presenti a partire da difficoltà diverse

La soluzione del rompicapo viene garantita da semplici regole, come mantenere una certa distanza tra gli ostacoli, in modo da permettere alla pallina il passaggio, e non creare blocchi di grosse dimensioni (che da soli potrebbero ostruire il livello).

La presenza di questi ostacoli è inoltre determinata dal livello di difficoltà, in quelli più difficili compare un maggior numero di barriere. Alcuni esempi sono riportati nella figura seguente.

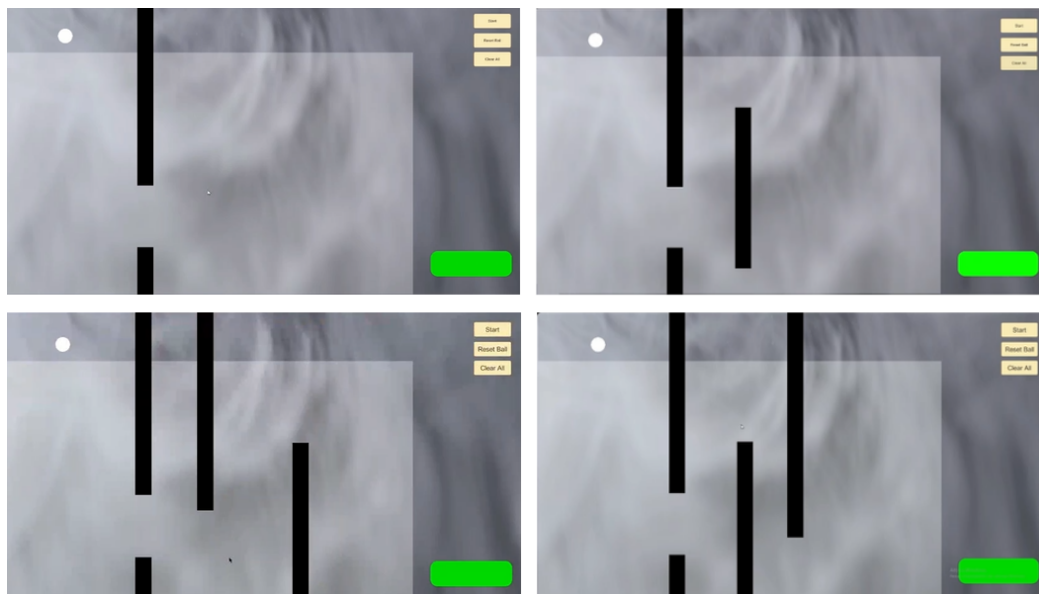


Figura 21: Esempio. In alto a sinistra è la versione base ed il livello facile, alla sua destra un possibile livello medio, e in basso due livelli difficili.

6.2 Assembly Puzzles

La categoria più vicina a *Geometrical* puzzle è *Assembly* puzzle. In particolare, Lindley trova che nella tipologia *Geometrical* la variante più apprezzata comprende i rompicapi con figure frammentate da ricomporre. Questo corrisponde esattamente alla categoria Assembly di De Kegel e Haahr.

I puzzle nel gioco seguono questo principio, sono presenti dei tabelloni composti da frammenti da posizionare nella posizione corretta. I pezzi di colore verde vanno inseriti nelle zone bianche del tabellone, mentre le aree nere rappresentano posizioni non valide. Un esempio è riportato nella seguente figura.



Figura 22: Layout e Soluzione, Livello 1

La generazione degli enigmi nella seconda fase del gioco è completamente procedurale. Come visibile nella figura 24, è stata definita una griglia 6X6 composta da 36 quadrati. Un algoritmo decide, in base alla difficoltà, come associare questi quadrati. Partendo dal primo blocco in alto a sinistra e proseguendo in ordine verso destra, viene scelto casualmente se corrisponda a una posizione non valida, e in caso positivo lo colora di nero, bloccandone i movimenti; altrimenti decide, ancora casualmente, se debba essere unito a un pezzo nelle vicinanze che lo precede (ovvero unisce il quadrato con quello adiacente alla sua sinistra, o sopra di esso), in modo tale da creare pezzi composti, più o meno complessi, distinto dagli altri anche da un colore diverso. In figura 23 è presente il diagramma di flusso, mentre degli esempi sono riportati nella figura 25. I pezzi dopo essere stati generati sono posizionati a lato del tabellone, e possono essere inseriti in qualsiasi spazio valido. Il puzzle è risolto quando tutti i pezzi ricompongono la tabella. Per quanto concerne la difficoltà, un livello facile ha più posizioni invalide e blocchi singoli (facilmente posizionabili), mentre uno difficile possiede meno aree nere e maggiori possibilità di avere pezzi composti grandi. Questo permette di avere più spazio sul tabellone, ma grazie alle forme complesse è meno intuitivo capire come posizionarle correttamente.

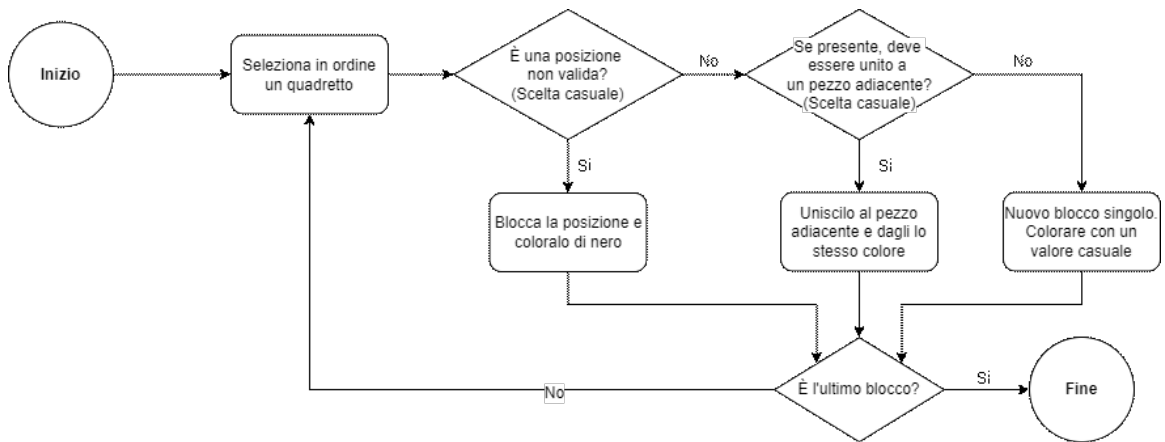


Figura 23: Diagramma di flusso della generazione



Figura 24: Griglia 6X6, base della PCG



Figura 25: Esempi di Assembly Puzzles creati proceduralmente. Da sinistra a destra, facile, medio e difficile

6.3 Riddles

Lindley con *Language and Word* intende un'ampia categoria, ma nella sua ricerca la sottocategoria più votata è stata *Riddle*. Aggiunge inoltre come gli indovinelli siano uno dei tipi più importanti di puzzle. Considerando inoltre che per De Kegel e Haahr *Language and Word* comprende maggiormente puzzle tradizionali, tipicamente dall'uso cartaceo, la scelta finale per il videogioco non può che ricadere sui *Riddle*.

Nella demo i giocatori vedono una schermata dove è presentato l'indovinello, una zona dove inserire la risposta, e hanno inoltre la possibilità di richiedere un aiuto. Non è stata implementata una versione con scelta tra risposte multiple in quanto sarebbe stato troppo facile risolvere gli enigmi. La persona avrebbe potuto provare a caso tutte le opzioni, e questo avrebbe avuto il rischio di invalidare il processo.

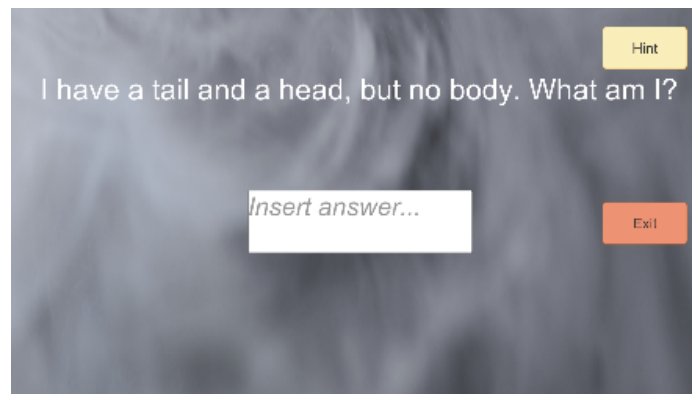


Figura 26: Schermata dei Riddles con il primo quesito

Nella seconda parte del gioco i *Riddle* presentati sono solo adattati in base alla difficoltà, senza generazione procedurale. Sono diversi i motivi di questa scelta. Innanzitutto, come De Kegel e Haahr riportano [2], i precedenti tentativi hanno prodotto scarsi risultati, e soprattutto spesso gli indovinelli generati non erano molto comprensibili. Il giocatore non deve avere il rischio di bloccarsi, in quanto rovinerebbe l'esperienza e potrebbe abbandonare il gioco come conseguenza. Inoltre, come sottolineano Brathwaite e Schreiber [6], i *Riddle* non sono una categoria molto popolare negli ultimi anni. Dicono anche che i giocatori nel caso si stufassero potrebbero andare alla ricerca della soluzione via Internet, non divertente ma almeno l'indovinello sarebbe risolvibile. Nel caso fosse generato proceduralmente però, ci sarebbe il rischio che la soluzione non possa essere trovata, soprattutto se l'enigma fosse creato sbagliato, e di conseguenza l'unica via d'uscita sarebbe quella di abbandonare il gioco, frustrati. Per contenuti opzionali è un rischio che si potrebbe correre se limitato, ma

per il proseguimento della storia sarebbe catastrofico. Per concludere, ci sono quindi diversi indovinelli in base alla difficoltà, e gli aiuti appaiono più tardi a difficoltà maggiori.

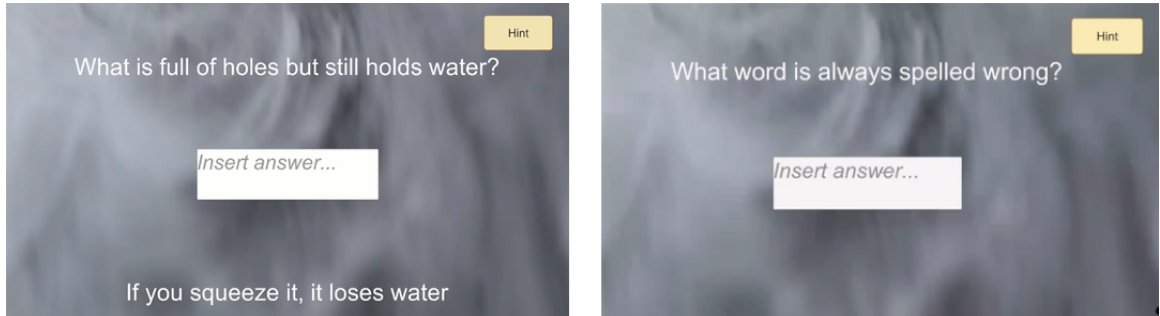


Figura 27: Esempi di Riddle. A sinistra facile, a destra medio

6.4 Sliding Puzzles

Per l'ultima categoria di Lindley, *Mechanical*, sono stati scelti gli *Sliding Puzzles*. Delle categorie di De Kegel e Haahr, *Tile-Matching* e *Sokoban-Type* non potevano essere in quanto non esistevano ai tempi di Lindley (*Sokoban* fu pubblicato nel 1982, mentre un *Tile-Matching* richiede una meccanica puramente digitale come la scomparsa degli oggetti); *Mazes*, *Path-Building* e *Sliding* erano i rimanenti. Lindley nel suo questionario considererebbe gli enigmi appartenenti a queste categorie come geometrici, perché aveva determinato un puzzle come geometrico anche quando si sfruttano posizioni e movimento. All'interno di queste categorie, il *15-puzzle* è stato molto importante perché ha creato la prima mania conosciuta per i puzzle [21]. Hordern è un appassionato di enigmi, e ha scritto una raccolta dei molteplici *Sliding Puzzles* che ha trovato [21]. In questo libro, l'aspetto molto interessante è che esistono moltissimi giochi *Sliding* in forma meccanica e portatile, tra cui appunto il *15-puzzle*. Inoltre, Hordern identifica come uno *Sliding Puzzle* non necessiti di una particolare conoscenza (a differenza dei Riddle per esempio, dove se non si conosce l'oggetto della risposta è impossibile), ma possa essere risolto tramite trial and error, richiedendo però una certa abilità (Hordern usa la parola "knack", come Hoffmann [20], dal quale Lindley si era ispirato). Per queste ragioni, alla fine i puzzle scelti appartengono alla tipologia Sliding.

Nella demo, gli enigmi sono versioni degli Sliding Puzzle dove l'obiettivo è muovere dei pezzi di diversa forma per far arrivare un blocco particolare nella posizione finale. Nella figura [28] è riportato il primo livello introduttivo, dove bisogna spostare la pallina verde nella casella verde, muovendo i vari pezzi sulla griglia verso posizioni

libere. Questo determina che non si può spostare un blocco in direzione di una casella già occupata. Nonostante l'importanza storica, non è stato scelto il *15-puzzle*, in quanto non ha molta variabilità e ad ogni modo è già molto studiato.

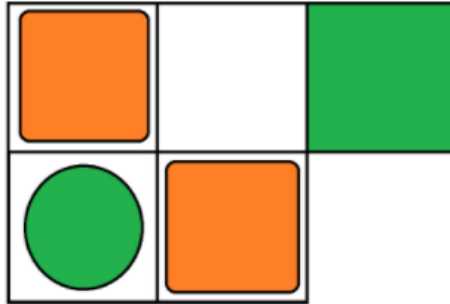


Figura 28: Layout, Sliding Puzzle 1

Anche per questa categoria è stato scelto l'approccio misto tra design e proceduralità per gli enigmi della seconda parte. Le tecniche per creare puzzle di questo tipo sono offline e dispendiose, soprattutto per realizzare livelli avanzati; quindi, l'idea per ottenere il risultato in tempo reale è quella di non generare dal nulla l'enigma, ma di fornire variazioni ad un layout di base. Innanzitutto, in base alla difficoltà un puzzle avrà più o meno blocchi, o dalla forma diversa, e successivamente i pezzi verranno mescolati per creare varianti (importante è che nella fase di mescolamento i blocchi vengano mossi solo verso posizioni libere, e non scambiati tra di loro, perché non c'è garanzia che il puzzle sia ancora risolvibile in questo caso; un esempio di scambio con deadlock è in figura [29](#)). In figura [30](#) è riportato il diagramma di flusso, mentre nell'immagine [31](#) sono presenti alcuni esempi.

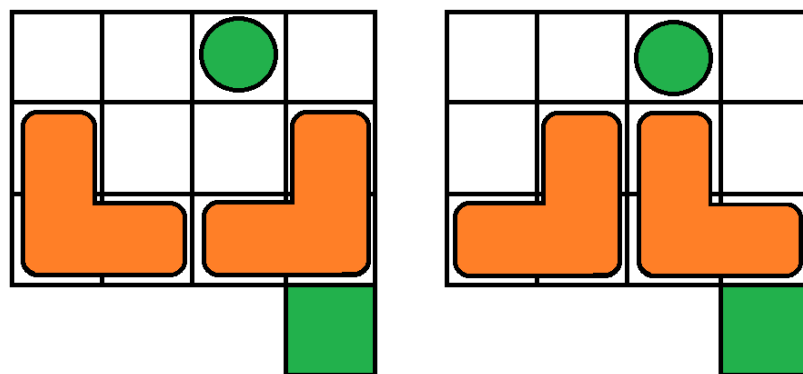


Figura 29: Il puzzle a sinistra si può risolvere, ma scambiando la posizione dei blocchi come a destra, diventa impossibile

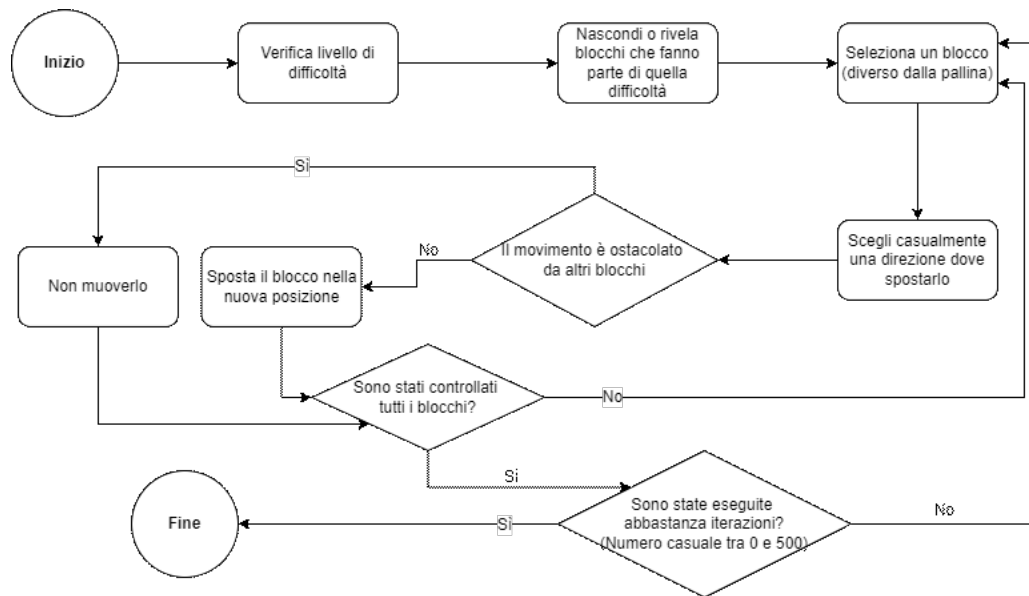


Figura 30: Diagramma di flusso della generazione



Figura 31: Esempi di varianti di un puzzle. In alto a sinistra, una versione facile, alla sua destra una media, e in basso due varianti difficili

Tempistiche delle generazioni

Gli approcci scelti per la generazione, sia quello completamente procedurale di *Assembly*, sia quelli misti di *Physics* e *Sliding*, grazie alla loro semplicità generano i livelli in tempi istantanei. Le variazioni dei puzzle vengono create subito dopo che il giocatore preme il tasto per continuare (figura 32). Ogni tester aveva un hardware diverso, ma tutti con Windows 10. In ogni partita la generazione è avvenuta istantaneamente dopo aver cliccato il tasto continua, indipendentemente dalla potenza dei diversi computer.



Figura 32: Schermata di conferma che appare dopo aver completato un puzzle dei Master

Capitolo 7

Risultati Ottenuti

A causa della pandemia, la demo è stata inviata tramite internet ai partecipanti e i test sono stati svolti tutti online, in modo tale da raggiungere il maggior numero di tester possibili. La durata è stata variabile, ma mediamente è stata impiegata circa un'ora. Per simulare una situazione di laboratorio, i test sono stati effettuati in chiamata su *Discord*, *Skype*, o *Google Meet*, e ai partecipanti veniva chiesto di condividere lo schermo per essere registrati. Questo è stato fatto con lo scopo di spingerli a giocare dall'inizio alla fine senza interruzioni, o distrazioni, fattori che in laboratorio non si sarebbero verificati. Inoltre, veniva detto loro che non sarei stato presente durante il test, avrei mutato il microfono e fatto altro, ma nel caso di aiuto o domande potevano chiedere e sarei tornato. In realtà, rimanevo a guardare, ma questo è servito per aiutare a far dimenticare della mia presenza, già favorita dal fatto di non essere fisicamente sul luogo, e simulare meglio una situazione di gioco in solitaria. Alla fine del gioco veniva poi posto un questionario di valutazione. Solamente un test è avvenuto fuori da una chiamata, ma è stato comunque chiesto di registrare lo schermo per sopperire al problema.

I primi test sono serviti per verificare il funzionamento del gioco e dei vari puzzle, per capire se ci fosse la possibilità di cambiare qualche aspetto. I successivi invece sono serviti per verificare l'esperienza nel suo complesso.

Nei primi test lo scopo era quello di osservare il giocatore durante la demo, e capire i punti critici da modificare per renderla più fruibile all'interno delle prove future. A causa della situazione sanitaria e dei pochi partecipanti, solo i primi 3 test hanno avuto questa finalità, ma sono serviti lo stesso a fare osservazioni interessanti. La prima osservazione riguarda la stanza dove vengono calcolati i valori del piacere (figura 6). Inizialmente, quando il giocatore entrava nella sala doveva leggere un cartello per scoprire di dover risolvere 10 enigmi, e almeno uno per tipo, per poter proseguire. Questa condizione, però, non sembrava essere sufficientemente chiara. I primi due tester hanno letto il cartello ma poi hanno completato tutti i puzzle di

tutte le categorie senza fermarsi. Per rimediare, è stato aggiunto un dialogo che si attiva immediatamente dopo essere entrati nella sala, che spiega l'obiettivo della stanza. Inoltre, dopo ogni puzzle completato, viene fatta visualizzare sulla schermata il conteggio degli enigmi rimanenti (come in figura 10), in modo da aggiornare il giocatore sulla situazione e per aiutare a decidere se continuare con questi rompicapi o cambiare. Il fatto di aver completato tutti gli enigmi della stanza, però, è stato d'aiuto per capire quali avessero bisogno di essere modificati per essere più fruibili. Ad esempio, i *Riddle* hanno cambiato l'ordine in cui vengono sottoposti, e a una domanda è stato aggiunto un aiuto migliore. Un altro aspetto che è stato modificato è la soglia di difficoltà dei puzzle proposti durante l'ultima parte del gioco. All'inizio le soglie erano multipli di 5, come visibile nella tabella 3. Sono però stati cambiati i valori con le soglie correnti (visibili nella tabella 2), a causa dell'apparente facilità di raggiungere la soglia difficile.

Difficoltà	Valore Piacere
Facile	<5
Medio	tra 5 e 10
Difficile	tra 10 e 15
Molto Difficile	>15

Tabella 3: Tabella riassuntiva dei livelli di difficoltà iniziali

Oltre a questi aspetti è stata anche migliorata la UI del gioco, usando testi più grandi ed esplicativi, e sono stati aggiunti più eventi di dialogo per spiegare meglio gli obiettivi nei diversi momenti della partita.

Sono seguiti poi 27 test, i cui dati saranno analizzati nelle sezioni seguenti, con spiegazioni non corroborate da prove scientifiche, ma probabili nell'esperimento. In primo luogo, sono presentati i risultati del questionario di valutazione. Questo è diviso in due parti, la prima raccoglie dati demografici, mentre la seconda esplora l'esperienza vissuta nel gioco. Nell'appendice B sono riportate tutte le domande del questionario. Nell'ultima sezione, vengono poi fatte ulteriori considerazioni sui dati raccolti, sia dal questionario, sia da quelli ottenuti dal gioco.

7.1 Dati Demografici

All'interno dei 27 partecipanti c'è una leggera maggioranza nella fascia d'età compresa tra i 25 e i 30 anni (14 voti), seguita dalla fascia 18-24 (11 voti). (Figura 33).

Nei partecipanti si è presentato lo stesso numero di lavoratori e di studenti di informatica, entrambe le categorie hanno 11 persone (Figura 34).

La maggior parte dei tester ha dichiarato di giocare tra le 5 e le 15 ore a settimana (Figura 35).

How old are you?
27 risposte

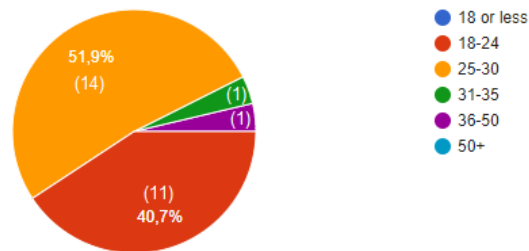


Figura 33: Risposte alla domanda sull'età

What is your status?
27 risposte

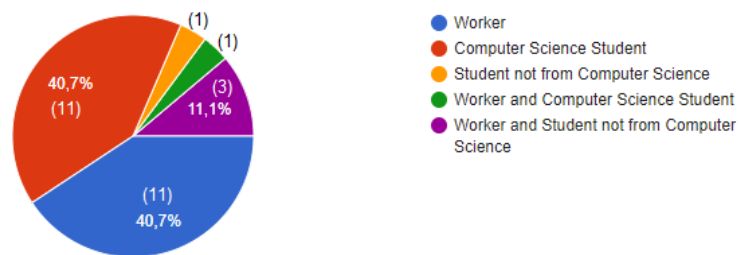


Figura 34: Risposte alla domanda sullo status lavorativo

How much do you play videogames?
27 risposte

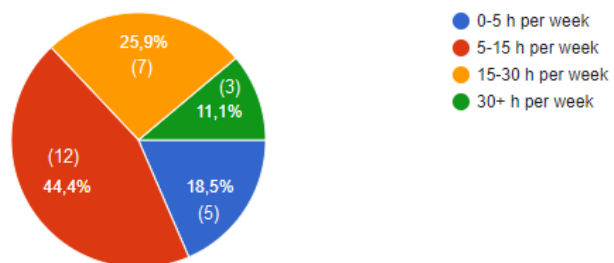


Figura 35: Risposte alla domanda sul tempo di gioco settimanale

La piattaforma più utilizzata è il PC, segue la categoria mobile. Tra le console la Playstation supera Nintendo, mentre nessuno ha votato per Xbox (Figura 36).

On which platform do you play?

27 risposte

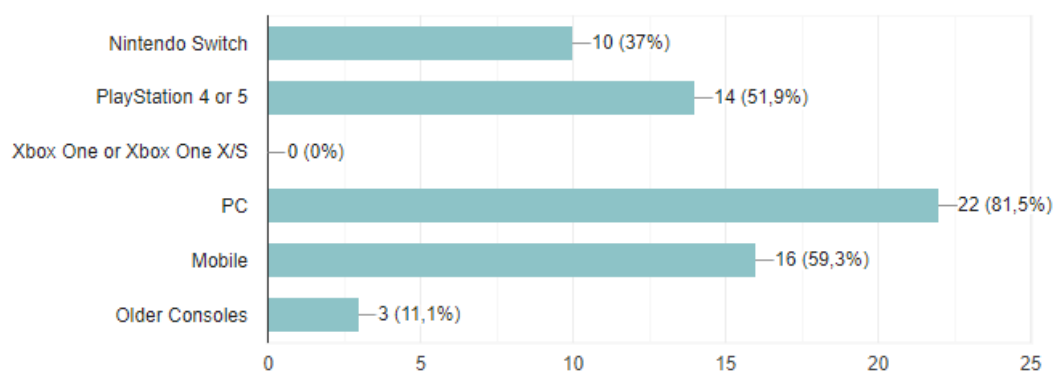


Figura 36: Risposte alla domanda sulle piattaforme usate

Infine, la maggioranza ha espresso che qualche volta gioca ai puzzle, mentre i rimanenti si distribuiscono nelle restanti categorie, ovvero mai, raramente e spesso (Figura 37).

Did you play puzzle games?

27 risposte

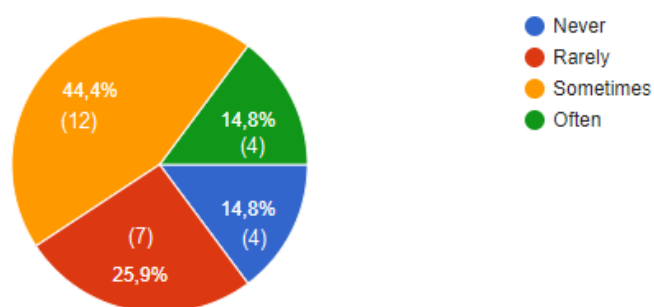


Figura 37: Risposte alla domanda sulla frequenza di gioco al genere puzzle

7.2 Dati sull'esperienza di gioco

Le prime domande di questa sezione riguardano il gradimento delle quattro categorie di puzzle. Per ogni categoria c'è una domanda che chiede su una scala da 1 a 5 quanto i puzzle di essa siano piaciuti ai giocatori (ad esempio "Did you like Assembly puzzles?"). Inoltre, subito dopo viene posta una domanda aperta che chiede come si siano sentiti mentre giocavano a quella categoria ("How does it make you feel?"). La forma di questa domanda è per essere in linea con il discorso della *attitude-behaviour consistency*, introdotto nel capitolo 3.

La prima categoria è *Assembly*. Generalmente è piaciuta, ma non con un voto massimo (14 voti da 4, 5 da 5) (figura 38). Nella domanda libera ("How does it make you feel?"), ben 9 persone hanno commentato (in forma diversa) che questa categoria li facesse sentire rilassati, mentre altre hanno espresso di essere contente o felici. Solo in quattro hanno espresso di essersi sentite sfidate. Probabilmente è questa sensazione di rilassamento che non ha permesso a questa categoria di ricevere più voti da 5.

Did you like assembly puzzles?

27 risposte

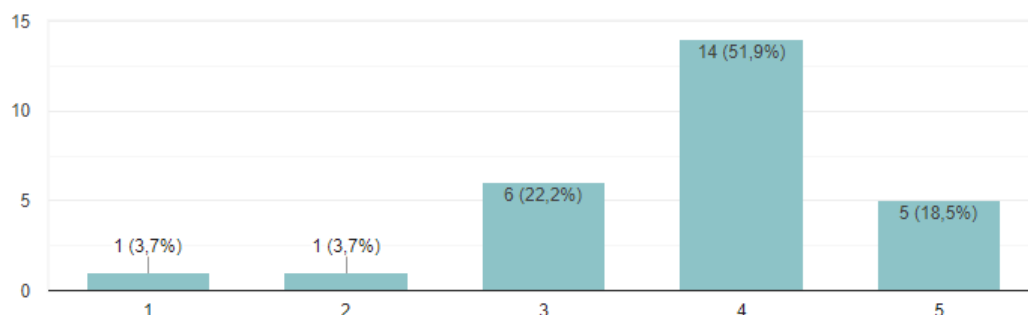


Figura 38: Risposte alla domanda sul gradimento dei puzzle Assembly

Gli indovinelli hanno avuto una valutazione mista, tendente al negativo, con 8 voti da 1 e 6 da 2 (figura 39). Nelle risposte alla domanda libera ("How does it make you feel?"), emerge che non si tratta di un problema del gioco, ma è proprio la categoria a non essere piaciuta. Molti tester hanno espresso di non avere le capacità per risolvere questo tipo di puzzle, mentre i pochi ad aver apprezzato la tipologia si sono ritenuti soddisfatti o divertiti.

Did you like riddles?

27 risposte

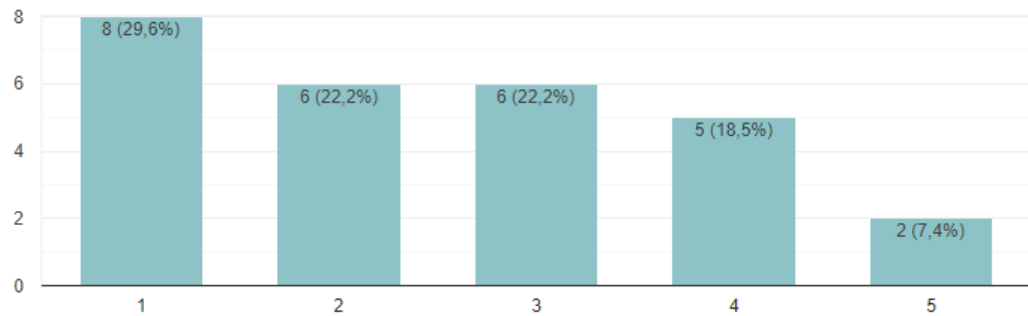


Figura 39: Risposte alla domanda sul gradimento dei puzzle Riddle

La tipologia *Sliding* è invece piaciuta molto, 12 voti da 5 e 9 da 4 (figura 40). Nei commenti più comuni presenti nella domanda libera ("How does it make you feel?"), i giocatori esprimono di essersi sentiti sfidati, concentrati o soddisfatti.

La natura stessa di questi puzzle, ovvero che non richiedono particolari conoscenze [21], potrebbe aver aiutato a ottenere pareri positivi, a differenza degli indovinelli. Inoltre, rispetto ai rompicapi Assembly, la maggior percezione di sfida potrebbe essere stata motivo di un più grande interesse.

Did you like sliding puzzles?

27 risposte

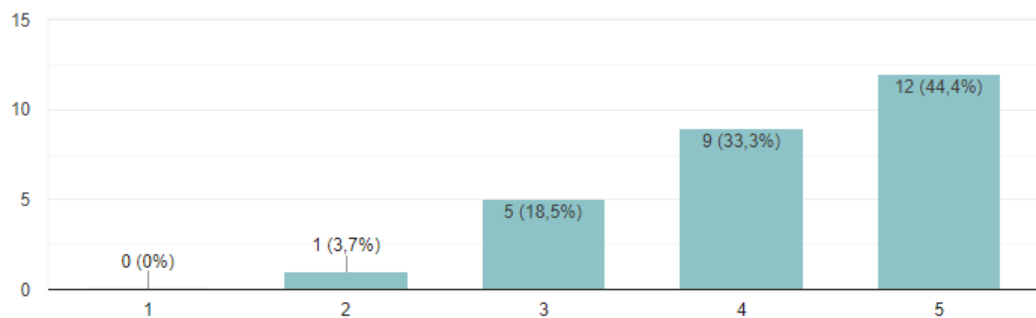


Figura 40: Risposte alla domanda sul gradimento dei puzzle Sliding

Infine, anche i puzzle di tipo Physics sono piaciuti molto, 12 voti da 5 e 7 da 4 (figura 41). I motivi, però, sono apparentemente diversi rispetto agli Sliding. In

questo caso, le risposte più frequenti alla domanda libera ("How does it make you feel?") esternano divertimento al posto della sfida.

Come nel caso degli Sliding, questi rompicapi non richiedono particolari conoscenze, però necessitano di capire come funziona il gioco e la forza di gravità. Probabilmente è per questo motivo che tra i pochi voti bassi la percezione è che i puzzle fossero frustranti, in quanto potrebbero non aver compreso al meglio le meccaniche e dinamiche dell'enigma.

Did you like physics puzzles?

27 risposte

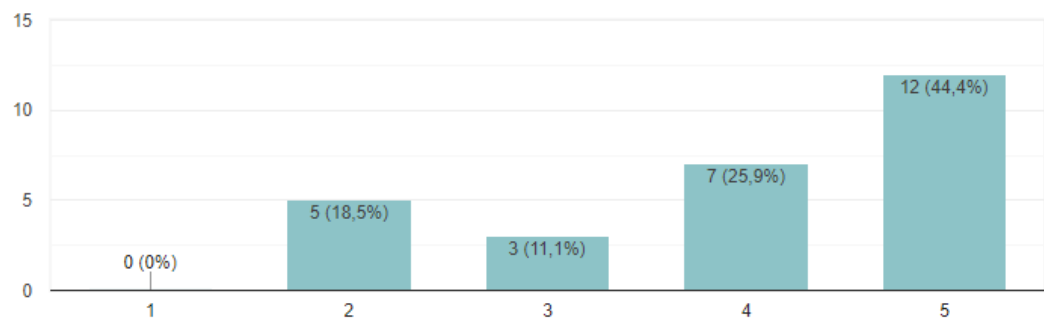


Figura 41: Risposte alla domanda sul gradimento dei puzzle Physics

Per le domande seguenti, il tester deve fare riferimento a una classifica calcolata nel gioco, che ordina le preferenze tra le diverse categorie di puzzle secondo il valore del piacere (dalla tipologia favorita, con il piacere più alto, a quella con il valore più basso). La classifica delle preferenze è visibile nella schermata dei risultati finali (figura 14).

Il primo quesito in merito è "Does the favorite puzzle type match with your real favorite?". A questa domanda, il 74,1% (20 persone) ha risposto positivamente (figura 42). Controllando i risultati, però, ci sono due casi particolari, dove la risposta positiva non coincide con altri dati raccolti. Prima di analizzare va specificato che due delle domande nel questionario, successive alla corrente, chiedono di inserire la classifica delle preferenze. Prima viene chiesto di inserire quella calcolata nel gioco ("Insert here the rank from the game"), visibile nella schermata dei risultati finali (figura 14), e nel caso non corrisponda con le proprie preferenze, si richiede di aggiungere anche la vera graduatoria ("In case the rank doesn't match, rank here your type preference"). Il primo dei due casi particolari ha inserito nella domanda "Insert here the rank from the game" una classifica diversa da quella calcolata nel gioco (invertendo prima e seconda posizione, ovvero *Sliding* con *Physics*). Il motivo potrebbe ricercarsi nel

fatto che durante la sessione di gioco ha dichiarato di essere uscito per sbaglio dal tipo *Physics*, e per questo potrebbe aver pensato che l'azione abbia influito sul risultato. Nel secondo caso, invece, la persona ha inserito correttamente la classifica del gioco, ma alla domanda "In case the rank doesn't match, rank here your type preference" inverte la prima e la seconda posizione (*Sliding* e *Assembly*). In questo caso non è chiaro se l'errore sia una svista nell'inserimento della classifica, o nella risposta alla domanda "Does the favorite puzzle type match with your real favorite?".

Analizzando invece i voti negativi della domanda "Does the favorite puzzle type match with your real favorite?", si nota come in 6 dei 7 casi, la vera categoria preferita era stata messa dal gioco in seconda posizione. Di questi 6 casi, 4 volte si sono invertiti il primo e il secondo posto. L'aspetto interessante è quindi che anche se c'è stato un risultato sbagliato, la categoria preferita è risultata in seconda posizione, e non ultima.

Le ragioni dietro a questi errori potrebbero essere molteplici. Il primo è che il calcolo del valore del piacere potrebbe essere migliorato, usando pesi diversi, oppure arricchendolo considerando fattori ulteriori. Ad esempio, se un giocatore dice di essere annoiato, al posto di considerarlo un fattore negativo si potrebbero guardare gli altri indicatori per scoprire se trovi il puzzle noioso non per il motivo di essere incapace, ma al contrario, perché si senta troppo forte, e di conseguenza si potrebbe aumentare la difficoltà. Oltre al calcolo del valore del piacere, un altro problema potrebbe essere il numero degli enigmi. Inserendo un numero maggiore di rompicapi ci sarebbe un miglior margine per capire i propri gusti, ma questo richiederebbe molto più tempo. Nel caso il numero di puzzle rimanga uguale, si potrebbe invece considerare di modificare qualche enigma per renderlo leggermente più difficile. Questo potrebbe evitare la situazione in cui un giocatore continui a risolvere i puzzle perché li trova semplici, invece che piacergli davvero. Un'altra considerazione potrebbe essere fatta sul momento in cui viene posto il GEQ. Nella demo si attiva dopo essere usciti da un tipo di puzzle, e averne risolto almeno uno. Ad esempio, un giocatore ha risolto 2 puzzle per ogni tipo, uscendo e rispondendo al GEQ, e successivamente è tornato indietro a risolvere gli enigmi mancanti di una categoria. Il GEQ quindi non si è riattivato, però la valutazione dopo aver provato tutte le categorie potrebbe essere stata diversa. Si potrebbe pensare di sottoporre il GEQ di tutte e quattro le classi in sequenza, dopo che la porta è stata sbloccata, ma dover rispondere alle stesse 12 domande per 4 volte di fila rischierebbe di essere tedioso da parte del tester, andando a compromettere la votazione, soprattutto nelle ultime iterazioni. Infine, potrebbero essersi verificati dei semplici errori da parte delle persone che per sbaglio, o per fretta, abbiano cliccato una votazione senza volerlo (il gioco non permetteva di cambiare risposta a una domanda del GEQ).

Does the favorite puzzle type match with your real favorite?

27 risposte

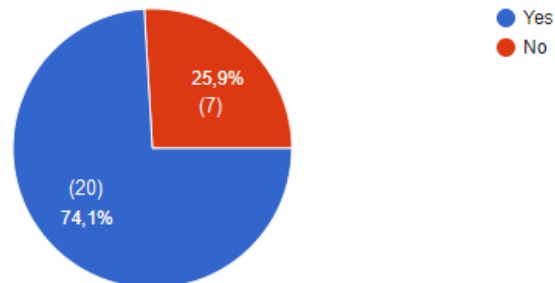


Figura 42: Risposte alla domanda che chiede se il tipo di puzzle favorito calcolato nel gioco fosse davvero il loro preferito

Alla domanda "Does the rest of the rank match with your preferences?", la risposta è meno positiva rispetto al quesito "Does the favorite puzzle type match with your real favorite?". In questo caso, 17 persone hanno risposto positivamente (figura 43).

Does the rest of the rank match with your preferences?

27 risposte

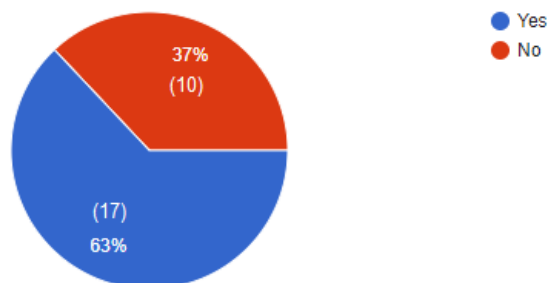


Figura 43: Risposte alla domanda se il resto della classifica coincidesse

Come accennato in precedenza, dopo queste domande è stato chiesto ai giocatori d'inserire la classifica delle preferenze calcolata dal gioco ("Insert here the rank from the game"), e nel caso la loro fosse differente, di specificarla nella domanda immediatamente successiva ("In case the rank doesn't match, rank here your type preference"). Questi risultati verranno approfonditi in seguito.

La domanda seguente è uno dei quesiti con maggior interesse, "How much difficult did you find the puzzle of the masters?". La risposta è data per ogni categoria di

enigmi sulla seguente scala: "Too easy, A little easy, Adequate, A little difficult, Too Difficult". *Sliding* e *Physics* hanno ottenuto lo stesso numero di voti per adeguato, 16 entrambi, *Riddle* ne ha 12 e infine *Assembly* 9 (figura 44).

Nella categoria *Sliding*, 9 persone hanno trovato i puzzle un po' difficili e 2 troppo difficili (figura 44). Come già emergeva nel grafico in figura 40, questa classe è generalmente piaciuta molto. Questo potrebbe essere legato al fatto che spesso il *Master* abbia proposto livelli avanzati. Infatti, tra gli 11 che hanno espresso difficoltà ben 7 hanno affrontato enigmi difficili, e uno addirittura molto difficile. I 3 rimanenti hanno votato leggermente difficili e hanno avuto difficoltà media. Il problema potrebbe essere stato che i 4 puzzle durante la fase di calcolo del valore del piacere erano relativamente semplici, e questo potrebbe aver alzato troppo il risultato calcolato. Questo risultato non è del tutto indesiderato, in quanto i livelli difficili dovrebbero porre una sfida al giocatore. Bisogna però stare attenti a non alzare troppo la difficoltà quando non è voluta, perché chi gioca potrebbe trovare l'enigma sensibilmente difficile, col rischio di bloccarsi e di abbandonare il gioco come conseguenza.

Un discorso simile si applica alla categoria *Physics* (figura 44). In questo caso, però, 4 delle 5 persone che hanno trovato gli enigmi del *Master* troppo difficili non avevano una difficoltà alta, e alla domanda sul gradimento della tipologia (figura 41) hanno dato voti bassi. Come già affrontato in precedenza, non avere compreso al meglio i comandi o il funzionamento della fisica potrebbe aver reso i puzzle più difficili del voluto. In particolare, il secondo puzzle proposto dal *Physics Master* (per riferimento vedere Appendice A) ha comportato un picco d'intralcio per la maggior parte dei tester, indipendentemente dalla difficoltà, e questo potrebbe aver portato alla valutazione bassa da parte di chi non avesse compreso bene le meccaniche.

Nei *Riddle*, nonostante i molti voti negativi, ben 12 persone hanno trovato il *Master* adeguato (figura 44). Questa categoria potrebbe aver sofferto di diversi fattori. Alcune persone potrebbero aver già sentito qualcuno degli indovinelli, e di conseguenza averli trovati semplici. Dall'altro lato, invece, un grosso ostacolo per qualcuno è stato il fatto che i quesiti siano stati posti in inglese (visibile nell'appendice A), e questo avrebbe reso i puzzle più difficili del normale. Inoltre, la risposta deve essere digitata, questo fornisce un aumento della difficoltà in quanto la domanda è aperta a tutto. Per contrastare ciò si potrebbe pensare di inserire una scelta tra diverse opzioni. Come è già stato detto però, questo non è stato fatto perché avrebbe reso troppo facile gli indovinelli, dato che la risposta si sarebbe potuta indovinare a caso provando tutte le opzioni, senza pensarci.

Infine, la tipologia *Assembly* è risultata prevalentemente facile o troppo facile, 9 voti per "a little easy" e 7 per "too easy" (figura 44). Il problema è da ricercare nella generazione procedurale di questi puzzle, soprattutto dei rompicapi facili. Gli enigmi generati con questo livello di difficoltà sono sempre risultati troppo semplici. In effetti, non serve una strategia particolare per completarli, ma basta inserire i

blocchi all'interno del tabellone senza troppa attenzione. La difficoltà media invece qualcuno l'ha trovata adeguata, ma la maggior parte facile o troppo facile. Infine, i livelli difficili hanno ottenuto principalmente voto adeguato, ma anche casi considerati difficili oppure facili. Questa modalità è quindi quella che ha funzionato meglio. Spesso i puzzle difficili generati richiedono di stare attenti al posizionamento dei pezzi, perché in caso di errore bisogna ricominciare, però in qualche occasione si ottengono varianti più semplici. Una soluzione da esplorare potrebbe essere quella di cambiare le dimensioni della griglia, tenendo come parametri quelli utilizzati nella modalità difficile. Ad esempio, per la modalità facile usare una griglia di dimensioni 5X5, per media 6X6, e per difficile 7X7.

How much difficult did you find the puzzle of the masters?

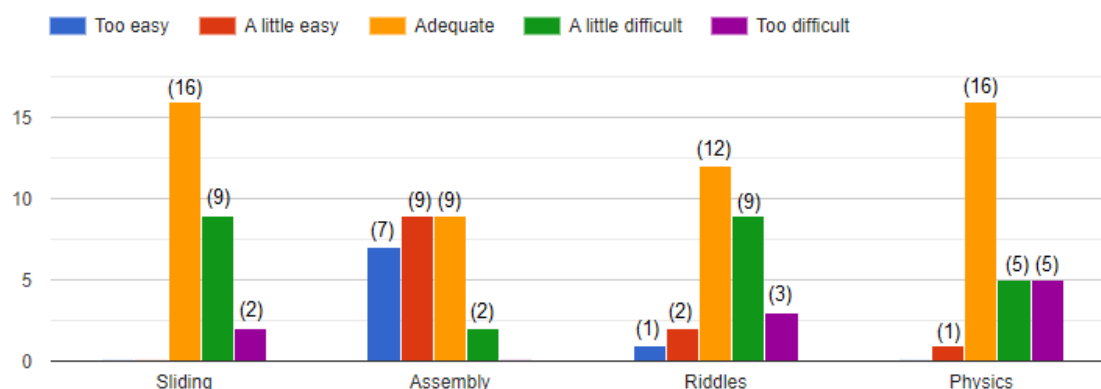



Figura 44: Risposte alla domanda se la difficoltà dei Master fosse adeguata

La maggior parte dei votanti ha espresso di trovarsi d'accordo o molto d'accordo sul fatto che adeguare i puzzle alle proprie preferenze possa migliorare la fruizione del gioco ("Do you think adapting puzzle type and difficulty to your preferences can enhance your fruition of the game?"), 6 voti da 5 e 14 da 4 (figura 45).

Leggermente diversa è la risposta alla domanda seguente, "Do you think it can make you replay the game, for example by acting differently for other results?". Di poco la maggioranza è positiva, 5 voti da 5 e 10 da 4, però risalta la presenza di qualche voto in più sui valori negativi o indifferenti, 2 da 1 e 4 da 2 (figura 46). A causa di un errore, all'inizio la domanda non era obbligatoria e una persona l'ha saltata.

Infine, alla domanda "Do you think it can be done in a real game?", la maggior parte delle persone (14 voti da 5, 9 da 4, e zero negativi) ha pensato che questi adattamenti possano essere fattibili in un videogioco reale (figura 47).

Do you think adapting puzzle type and difficulty to your preferences can enhance your fruition of the game? 

27 risposte

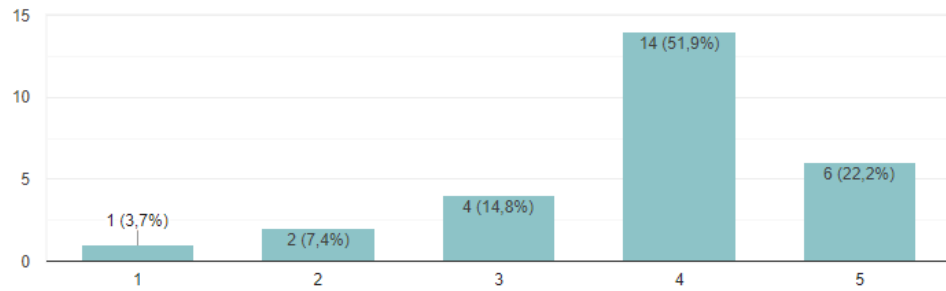


Figura 45: Risposte alla domanda se adeguare i tipi possa migliorare la fruizione del gioco

Do you think it can make you replay the game, for example by acting differently for other results?

26 risposte

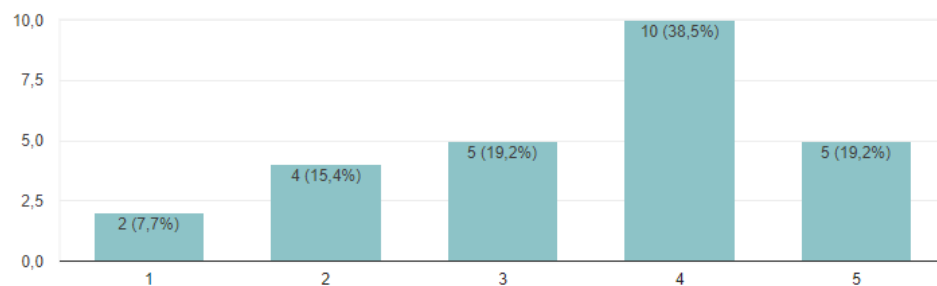


Figura 46: Risposte alla domanda se adeguare i tipi possa aumentare possibilità di rigiocare

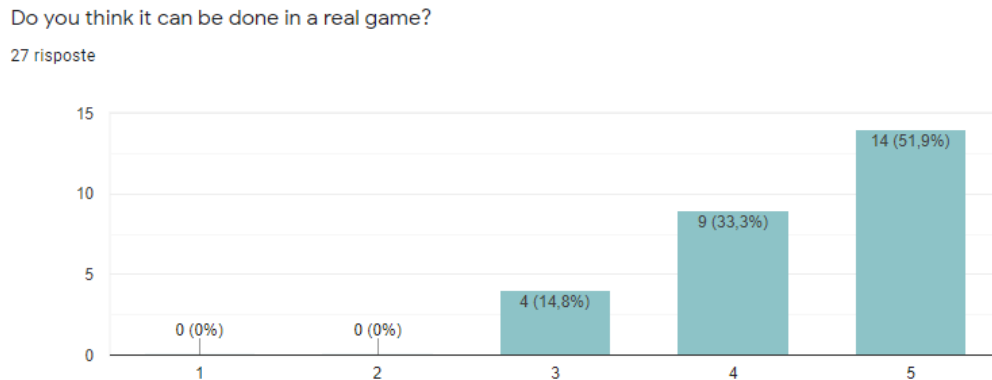


Figura 47: Risposte alla domanda se possa essere fattibile in un gioco vero

7.3 Analisi ulteriori dei risultati

Il calcolo del valore del piacere, come descritto nel capitolo 5, ha previsto che la frustrazione, e quindi l'indicatore *Tension*, sia un parametro positivo, in quanto non è detto che essa indichi solo una scarsa considerazione del rompicapo, ma possa nascondere anche determinazione per portarlo a termine. Questa duplice natura è presente nei risultati ottenuti. Da una parte, nelle risposte alle domande "How does it make you feel?", dove compare frustrazione è associato un voto basso per quel tipo di puzzle, però in generale gli enigmi proposti dai *Master* sono stati adeguati. Si potrebbe pensare che questa componente non sia facile da affrontare. Per questo motivo andrebbero verificate diverse possibilità di combinazione degli indicatori del GEQ, per vedere se i risultati finali possano migliorare. Ad esempio, ho provato a fare un confronto tra le classifiche delle preferenze ricalcolando i valori usando *Tension* come valore negativo, e con tutti gli indicatori aventi stesso peso ($\text{Piacere} = \text{Competence} + \text{Challenge} + \text{Flow} + \text{PositiveAffect} - \text{Tension} - \text{NegativeAffect}$), ma i risultati non hanno portato cambiamenti particolarmente significativi. Con questo calcolo, 2 casi, dove la versione usata nel gioco aveva sbagliato il tipo preferito, risulterebbero ora corretti; ma al contrario, in 3 occasioni dove il risultato era giusto sarebbero invece errati. Invece, per l'ordine del resto della classifica avrebbe trovato 2 nuovi casi corretti ma ben 5 errori in più.

Invece, la scelta di sommare al valore del GEQ il *ContinueTimes* sembra essere stata interessante. In assenza di questa componente, in 4 nuovi casi la categoria preferita sarebbe stata sbagliata, mentre in altre 5 circostanze il resto della classifica sarebbe peggiorata. Oltre a questo, avrebbe reso in molti casi gli enigmi proposti dai *Master* più semplici, col rischio di farli risultare meno attraenti.

Vengono ora confrontate le risposte alla domanda posta prima di giocare, ovvero quale tra i quattro tipi di puzzle fosse il preferito del giocatore (figura 48), con le classifiche espresse alla fine del gioco (nella figura 49 sono presenti il numero di volte che le categorie sono state le preferite a fine gioco). Si è verificato che in 14 casi la preferenza indicata all'inizio non sia stata uguale a quella espressa alla fine (ad esempio, nelle figure 48 e 49 *Physics* ha lo stesso numero di primi posti, ma è una coincidenza). Il motivo potrebbe essere che i giocatori non avessero ben chiaro che significassero queste categorie, oppure cosa avrebbero trovato nella demo. Di conseguenza, potrebbe essersi verificato che per una certa tipologia i tester si fossero creati un'immagine che nel gioco è stata poi diversa. Al riguardo, una persona ha dichiarato un commento interessante, dicendo che in realtà il suo tipo favorito espresso all'inizio sarebbe stato corretto in una situazione generale, ma per come sono stati presentati i puzzle in questa demo alla fine ha preferito un'altra categoria; non perché fatta male ma per il motivo che l'abbia divertita di più.

Per completezza, nella domanda "Does the favorite puzzle type match with your real favorite?" (figura 42), tra chi ha votato che si sia verificato un errore sono presenti casi sia di chi abbia cambiato idea rispetto alla preferenza espressa all'inizio (4 casi), sia di chi invece l'abbia confermata (3 casi).

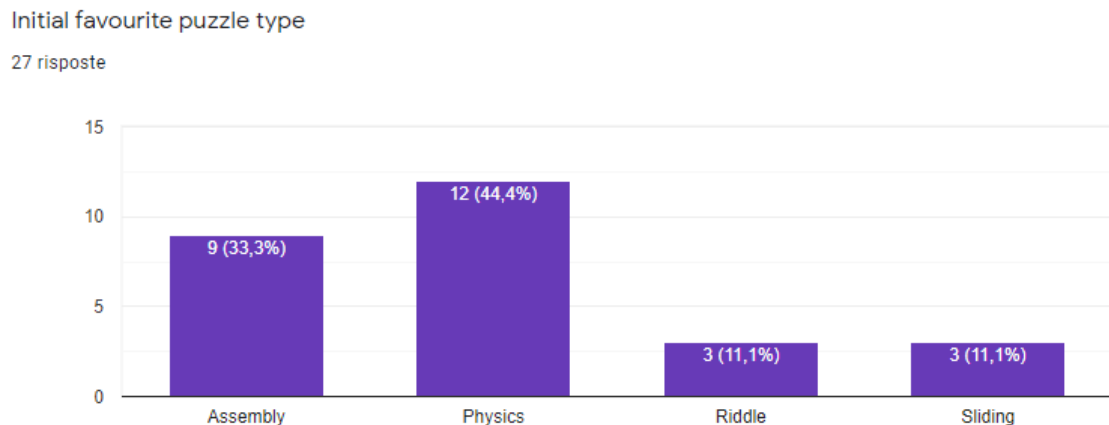


Figura 48: Risposte alla domanda quale pensino essere il loro puzzle preferito

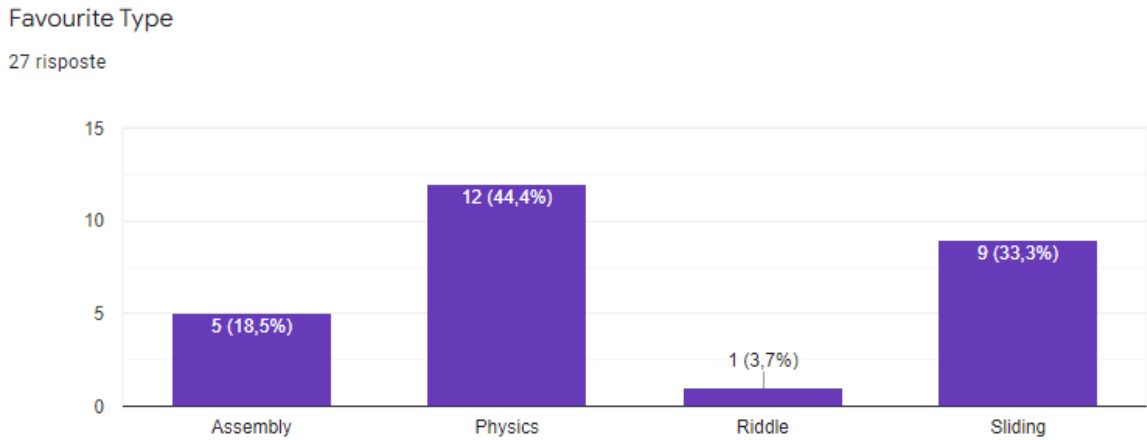


Figura 49: Categorie preferite a fine gioco

Nella figura seguente (50) è presente quante volte ogni categoria è stata classificata dai giocatori al primo, secondo, terzo o quarto posto. Dal grafico è stata ricavata una classifica generale dei quattro tipi, ordinandoli secondo un valore ottenuto dalla seguente formula: $4 * n^{\circ}$ primi posti + $3 * n^{\circ}$ secondi posti + $2 * n^{\circ}$ terzi posti + n° quarti posti.

Partendo dal basso della classifica, i *Riddle* sono la categoria meno amata, con ben 19 quarti posti. Questo è in totale controtendenza con lo studio di Lindley [29], probabilmente dopo 125 anni e con l'evoluzione della tecnologia i gusti sono cambiati. È invece in linea coi pensieri di Brathwaite e Schreiber [6], che dicono che la maggior parte dei giocatori non trova i *Riddle* divertenti. Solo in un caso gli indovinelli sono stati i favoriti, due includendo i primi 3 test di prova. Entrambi i tester hanno dichiarato di essere studenti in area linguistica. Questo potrebbe fornire l'idea di indagare se la formazione favorisca alcuni tipi a differenza di altri. Al terzo posto, anche in questo caso evidente dalla figura 50, c'è la categoria *Assembly*. Al secondo posto si trovano i puzzle *Physics*. Nonostante sia la categoria con il maggior numero di primi posti (12), rispetto a *Sliding* ha avuto più detrattori. Infatti, la categoria *Sliding*, seppur di poco (83 punti contro 80), risulta al primo posto, perché ha 3 primi posti in meno di *Physics*, ma ha molte seconde posizioni in classifica (13), mentre solo 3 terzi e 2 quarti posti.

Questa classifica è in linea con i dati delle figure 38, 39, 40 e 41, dove i *Riddle* hanno avuto molti voti bassi; la categoria *Assembly* è piaciuta ma non in modo eccessivo; mentre *Sliding* e *Physics* sono piaciute molto, con quest'ultima che però ha avuto qualche voto negativo in più rispetto alla precedente.

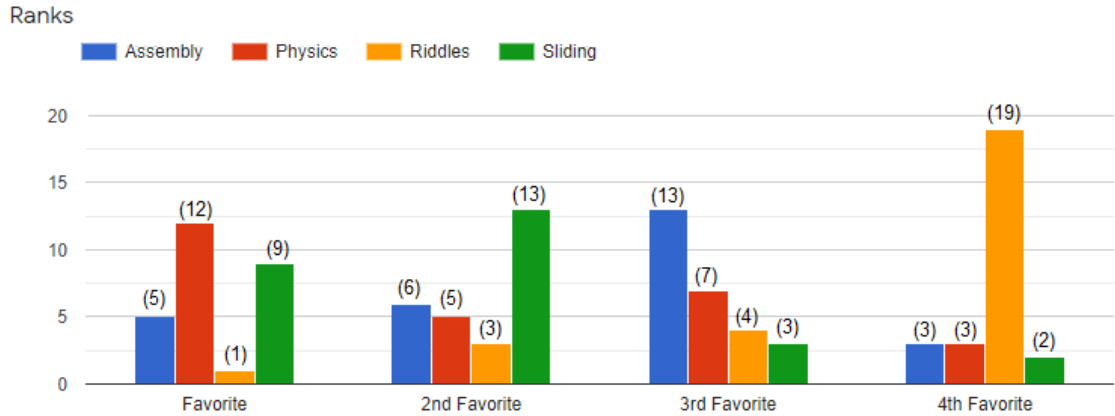


Figura 50: Classifiche aggregate

Il grafico in figura 51 mostra il numero di volte che i giocatori hanno continuato a risolvere puzzle di una certa tipologia durante la fase di calcolo del valore del piacere. Le due categorie più critiche sono *Riddle* e *Sliding*. Per quanto riguarda i *Riddle*, molti non hanno continuato o hanno risolto solo i primi due indovinelli. Questo riflette la scarsa valutazione generale espressa per questa classe di enigmi. Invece, in *Sliding* la maggior parte, 19 su 27, ha completato tutti i puzzle senza smettere. Come già accennato in precedenza, questo potrebbe rivelare che gli enigmi proposti in questa fase erano troppo semplici (oltre al fatto di essere aiutati dalla loro natura di non richiedere particolari conoscenze). Inoltre, continuando a risolvere puzzle il valore del piacere è stato aumentato tramite il *ContinueTimes*, e questo potrebbe aver portato il *Master* a proporre enigmi difficili che sono stati trovati di conseguenza troppo ostici (figura 44).

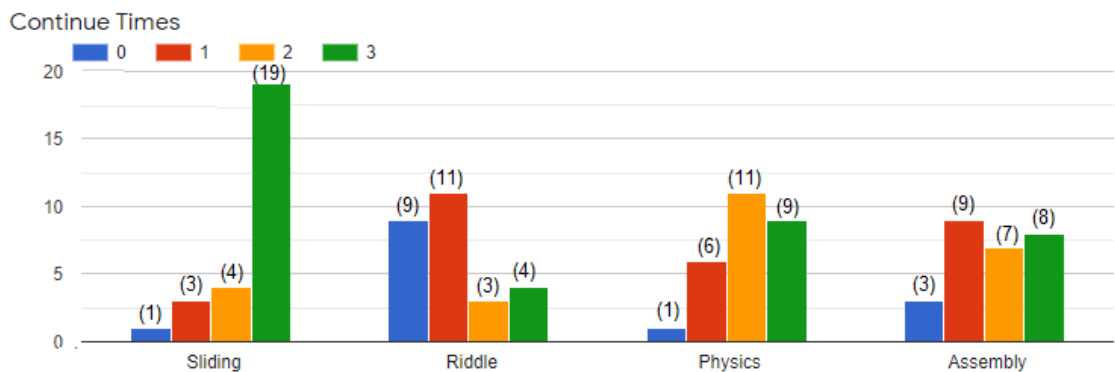


Figura 51: Numero di volte che i giocatori hanno continuato una tipologia di puzzle

Si voleva poi indagare se alcuni indicatori potessero avere un legame con le preferenze, in modo da usarli in futuri sviluppi per il calcolo dal valore di piacere. Gli indicatori sono: il tempo e il numero di tentativi impiegati su ogni enigma risolto, l'ordine in cui sono state affrontate le tipologie, e il numero di enigmi risolti per tipo. I dati sono stati analizzati tramite R , e dal numero ristretto di test effettuati sono emerse diverse problematiche. Il problema potrebbe essere proprio a causa dei pochi tester. Non sono stati considerati i dati dei puzzle introduttivi per evitare l'influenza di aspetti di apprendimento. Inoltre, i dati analizzati provengono dai puzzle della prima parte (figura 5), ovvero dagli enigmi non adattati. Questo perché le condizioni sono uguali per tutti e i puzzle vengono risolti prima di determinare la classifica delle preferenze.

Il primo indicatore considerato è l'ordine dei puzzle. Quasi tutti i tester, sia nella prima stanza (figura 52), che nella seconda (figura 53), sono partiti risolvendo gli enigmi di una categoria e poi hanno proseguito in senso orario o antiorario. Non solo, spesso sono partiti da *Assembly* o *Physics* in quanto sono le prime in basso a sinistra e destra, come visibile nelle due immagini seguenti.

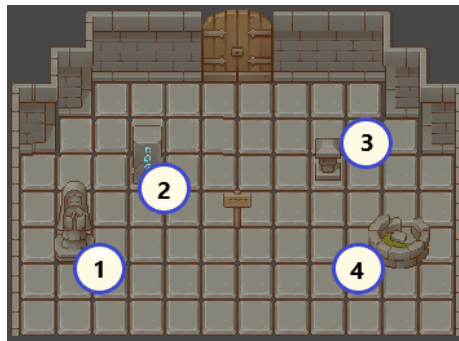


Figura 52: Mappa, Livello 2. Assembly è il punto 1 mentre Physics è il 4

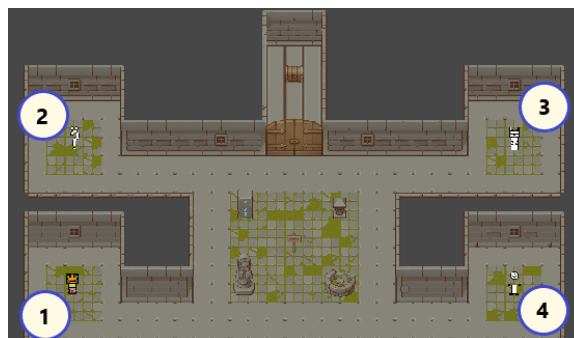


Figura 53: Mappa, Livello 3. Assembly è il punto 1 mentre Physics è il 4

Gli unici casi dove la valutazione di una certa categoria sembra aver influenzato l'ordine sono i pochi giocatori che hanno evitato i *Riddle* perché a loro non piacevano, lasciandoli per ultimi. Un modo per contrastare questo problema potrebbe essere quello di scegliere la tipologia da affrontare scegliendola da un menu ed escludendo il mondo di gioco. In questo caso forse l'ordine di scelta potrebbe dipendere dalle preferenze e non dalla posizione nel livello. Questo però andrebbe a limitare molto il videogioco e l'esperienza derivante.

Un altro indicatore è il tempo. Innanzitutto, diverse categorie hanno avuto dei tempi di risoluzione diversi, mediamente i puzzle *Sliding* sono stati i più veloci da risolvere, mentre i *Riddle* i più lunghi. È stato scelto di considerare il tempo medio di ogni giocatore per le diverse categoria di puzzle, ad esempio per evitare di paragonare una persona che abbia un tempo alto perché ha risolto tutti i livelli mentre un'altra solo uno. Sono stati svolti dei test preliminari di Shapiro-Wilk per testare la condizione di normalità sui tempi medi, ma in nessuna delle tipologie di enigmi è stata soddisfatta. Inoltre, per ogni categoria di puzzle si vuole indagare se esistano differenze di tempo tra i giocatori che han posizionato quella classe in cima alle loro preferenze, con chi l'ha messa in altre posizioni. In altre parole, i tempi medi sono raggruppati in 4 gruppi, che rappresentano che il tempo appartiene a un giocatore che ha identificato quel tipo di puzzle come il suo primo, secondo, terzo o quarto favorito (figura 54). Di conseguenza è stato scelto il test non parametrico di Kruskal-Wallis per verificare se esista una differenza tra i gruppi. Nella tabella 4 sono riportati i risultati del p-value, ed è visibile come nessuna categoria di puzzle abbia un valore minore di 0.05. Quindi, non si può scartare l'ipotesi nulla che non esistano differenze tra i posizionamenti nella classifica delle preferenze. *Riddle* e *Assembly* però si avvicinano, e vedendo i rispettivi grafici (figura 54) si notano due comportamenti diversi. Gli indovinelli sembrano suggerire che ai giocatori a cui non interessi la categoria ci impieghino più tempo rispetto a chi le piaccia, il contrario accade per i puzzle *Assembly*. Questo potrebbe succedere perché chi apprezza i *Riddle* è in grado di trovare facilmente la risposta anche nei livelli più difficili, mentre nei puzzle *Assembly*, data la natura diversa, ci vuole fisicamente più tempo per risolvere gli enigmi avanzati (appendice A per riferimenti). Infine, in *Sliding* e *Physics* anche dal grafico (figura 54) si osserva che la relazione non è evidente.

	Sliding	Riddle	Physics	Assembly
p-value	0.105	0.08929	0.2164	0.06235

Tabella 4: p-value ottenuti dal test di Kruskal-Wallis considerando i tempi medi

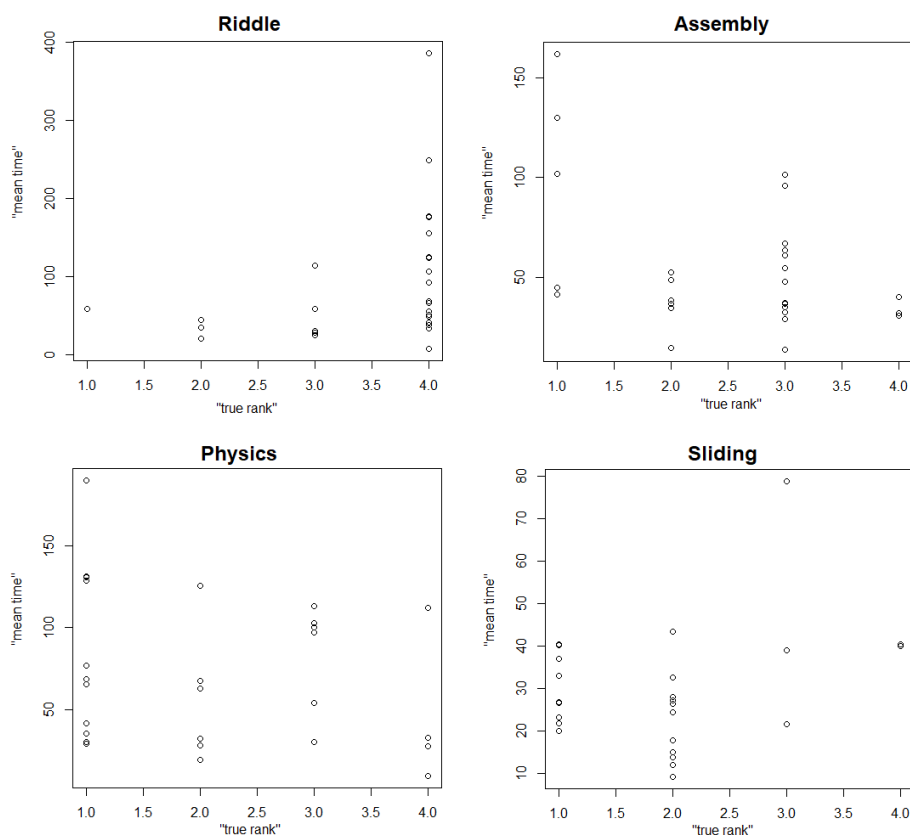


Figura 54: Grafici dei tempi medi raggruppati secondo la preferenza

Riguardo al numero di tentativi, il problema maggiore è la definizione di tentativo che è diversa a seconda della tipologia di puzzle, che ha portato a situazioni differenti. In *Physics*, un tentativo è il numero di volte che viene fatta partire la pallina; nei *Riddle* è il numero di parole inserite per trovare quella giusta; mentre nelle altre due è il numero di reset effettuati oltre al primo tentativo. Con questo indicatore sono state fatte considerazioni simili al precedente, è stato preso in considerazione il numero medio di tentativi; verificata la distribuzione non normale; raggruppati i tentativi medi secondo la classifica delle preferenze per ogni categoria, ed eseguiti i test di Kruskal-Wallis. Anche in questo caso i p-value sono tutti più alti della soglia (tabella 5). *Assembly* e *Sliding* raramente han richiesto più di un tentativo (figura 55), anche perché, grazie alla loro natura, i pezzi dei puzzle possono essere spostati con facilità senza resettare. Il grafico dei *Riddle* (figura 55) sembra avere la stessa forma di quello dei tempi medi (figura 54), ma nel caso dei tentativi ci sono molte persone ad aver risolto gli indovinelli con poche prove. Potrebbe esserci stato un errore che abbia influenzato questi risultati. Spesso i giocatori quando non trovavano la risposta uscivano dai *Riddle* per andare a risolvere altri enigmi e tornare

in seguito. Facendo ciò, i tentativi provati prima di uscire andavano persi e quindi non venivano stati conteggiati al successivo ritorno del giocatore. I puzzle *Physics* sono in questo caso quelli che più si sono avvicinati a una differenza di comportamenti tra le diverse categorie di preferenza. Potrebbe essersi verificato che le persone che abbiano apprezzato questi rompicapi siano arrivate ai livelli più difficili che di conseguenza richiedevano un maggior numero di tentativi per essere risolti.

Si potrebbe provare a utilizzare una definizione di mossa al posto di tentativo, tenendo presente che anche in questo caso un'azione avrà un significato diverso a seconda del tipo di puzzle.

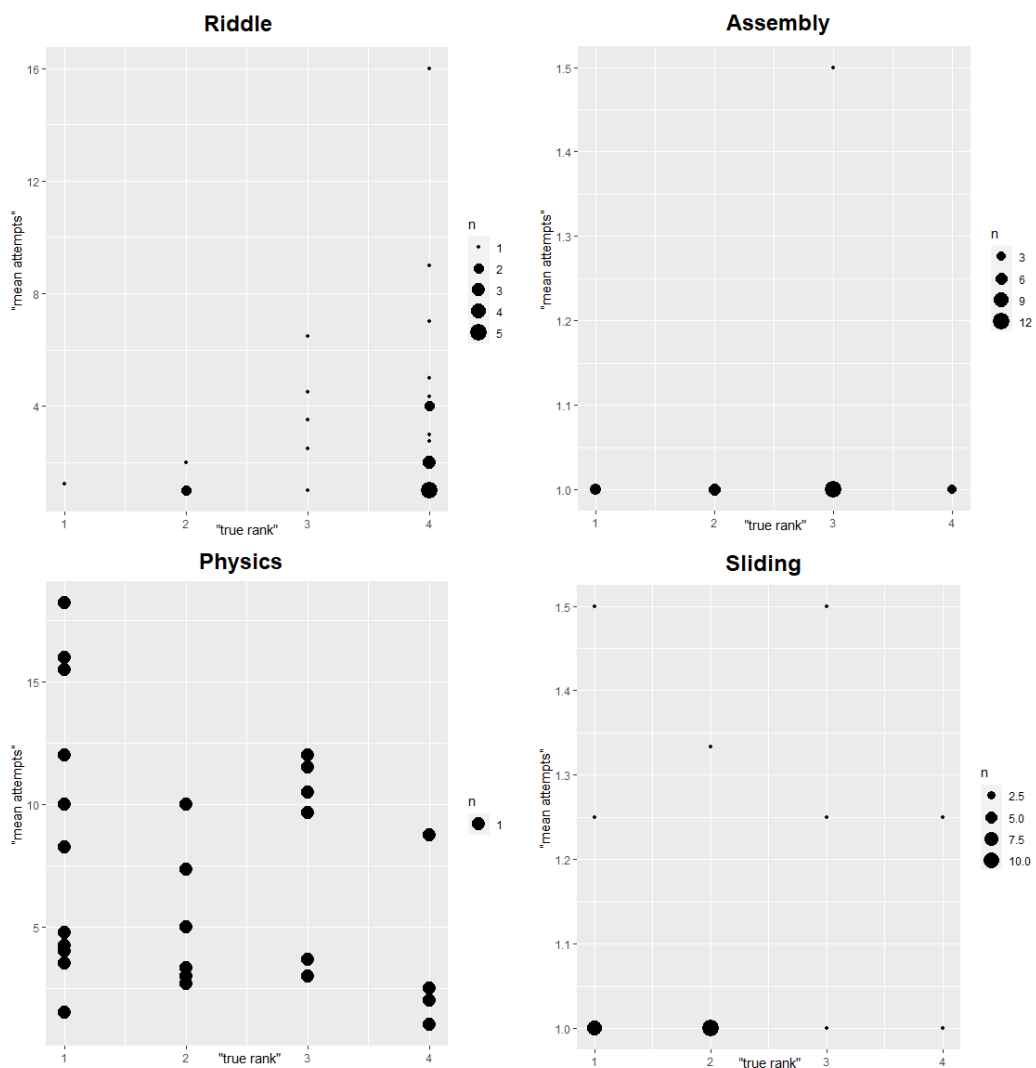


Figura 55: Grafici dei tentativi medi raggruppati secondo la preferenza

	Sliding	Riddle	Physics	Assembly
p-value	0.1578	0.3424	0.08733	0.7826

Tabella 5: p-value ottenuti dal test di Kruskal-Wallis considerando i tentativi medi

Infine, l'ultimo indicatore era numero di puzzle risolti nella fase di calcolo del piacere. Anche in questo caso sono stati eseguiti i test come nelle categorie precedenti e i risultati posseggono problemi simili. I p-value restituiti dai test di Kruskal-Wallis sono ancora una volta tutti elevati (tabella 6). *Physics* e *Riddle* hanno distribuzioni diverse (figura 56) e probabilmente a causa dei pochi tester non si sono delineate al meglio. La categoria *Sliding* sembra avvicinarsi a un valore significativo. In precedenza però, è già stato identificato che la maggior parte dei giocatori abbia risolto tutti i puzzle di questa tipologia (figura 51), e quindi il risultato potrebbe essere molto influenzato. Infine, anche *Assembly* ha quasi raggiunto la soglia del p-value minore di 0.05, e l'idea osservando il grafico (figura 56) è che a una più alta posizione in classifica siano stati giocati più livelli. Questa osservazione sarebbe quella da ricercare, ma il motivo per cui non si è presentata molto è legata al numero di enigmi risolvibili. Avendo un novero più elevato potrebbe essere stato verificato meglio, ma il rischio era allungare troppo la fase e renderla poco divertente per i giocatori.

	Sliding	Riddle	Physics	Assembly
p-value	0.07603	0.3798	0.1304	0.06606

Tabella 6: p-value ottenuti dal test di Kruskal-Wallis considerando il numero di puzzle risolti

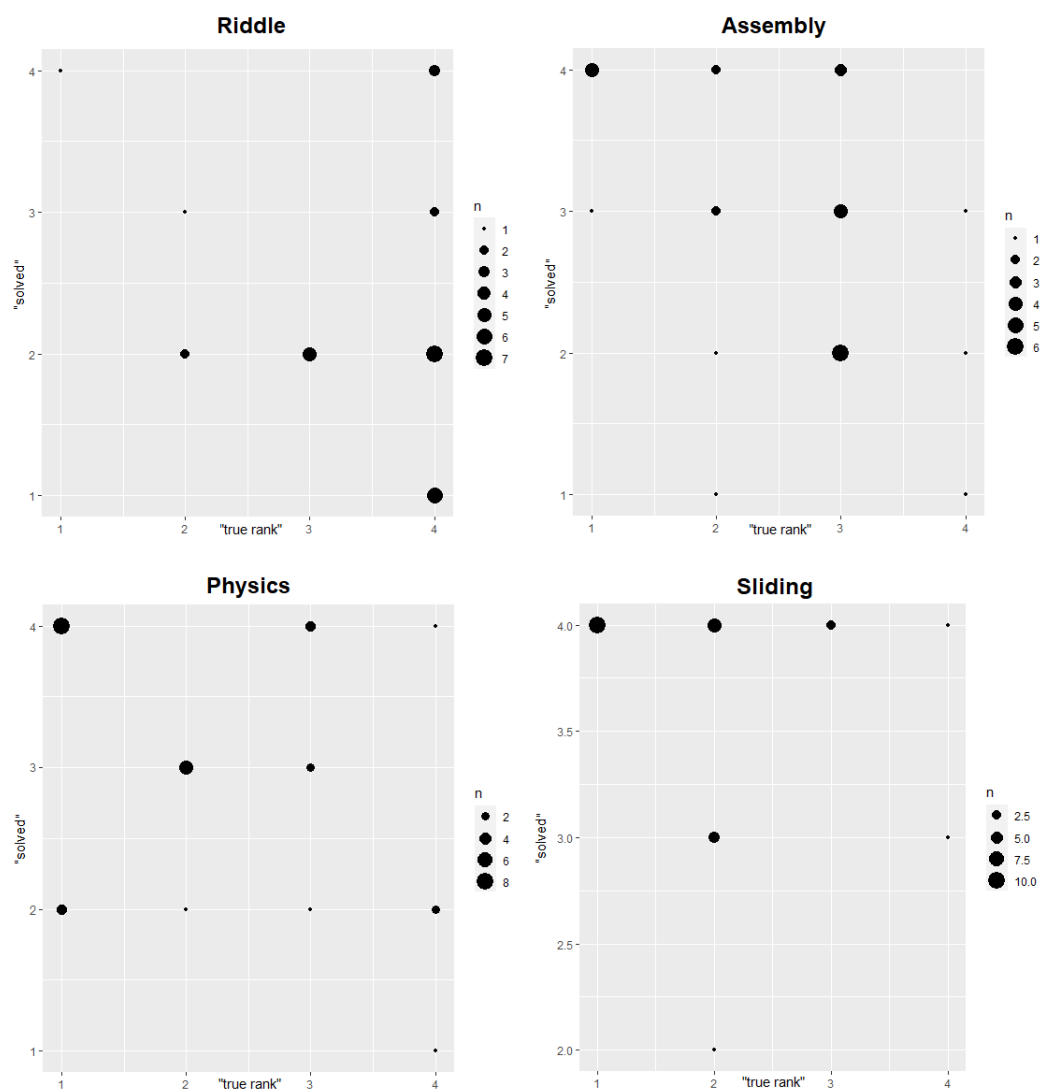


Figura 56: Grafici del numero di puzzle risolti raggruppati secondo la preferenza

Capitolo 8

Conclusioni e Futuri Sviluppi

Nel corso di questa tesi sono stati trattati argomenti legati al Game Design e la generazione procedurale dei puzzle. Il primo obiettivo era di creare la demo di un videogioco in grado di adattare i puzzle alle preferenze del giocatore, per personalizzare l'esperienza e renderla più interessante. Per fare il gioco, è stata fatta una ricerca sul mondo dei puzzle e le preferenze tra le diverse categorie di essi. Basandosi su [29] e [2], sono state scelte 4 categorie di puzzle tra cui scegliere, ovvero *Physics*, *Sliding*, *Riddle* e *Assembly*. Non essendoci molte fonti oltre a [29] riguardo alle preferenze sui puzzle, alla fine è stato scelto di usare una variante del "Game Experience Questionnaire" [38] per capire come i giocatori valutassero i diversi rompicapi, in modo da ordinare le tipologie in maniera appropriata e derivare una difficoltà desiderata. L'altro obiettivo era di generare variazioni degli enigmi per affrontare il loro problema della rigiocabilità. In base alla tipologia di puzzle è stato scelto un approccio diverso, usando generazione procedurale pura oppure un misto di essa e design manuale. Questa scelta è stata fatta per ottenere una soluzione semplice ma veloce, in grado di creare variazioni dei rompicapi in un tempo istantaneo.

I risultati ottenuti sono incoraggianti. Nella maggior parte dei casi la demo creata ha fornito le classifiche corrette e saputo proporre enigmi adatti. Inoltre, i giocatori sono stati generalmente favorevoli verso i propositi del gioco.

Ci sono molti margini di miglioramento però. L'approccio misto tra design e proceduralità, presente nelle categorie *Sliding* e *Physics*, ha prodotto buoni risultati; mentre l'algoritmo per generare completamente i puzzle *Assembly* ha dato origine a enigmi tendenzialmente semplici, specialmente a basse difficoltà. Un possibile sviluppo futuro sarebbe cercare di migliorare la generazione dei puzzle, rivedendo le tecniche attuali per potenziarle o cambiarle totalmente, ad esempio rendendo quelle miste completamente procedurali. Un'altra possibilità sarebbe quella di scegliere altre tipologie di puzzle, per esempio per inserirle insieme a quelle utilizzate in questa tesi o per sostituirle. Non essendoci ricerche recenti in merito alle preferenze dei puzzle,

sarebbe interessante anche per scoprire se le categorie scelte siano state le migliori, oppure se altre siano preferibili, soprattutto cercando di considerare un pubblico ampio e variegato.

Inoltre, si potrebbero modificare i pesi dei parametri della formula usata per calcolare il piacere, per cercare la combinazione che possa funzionare meglio, oppure si potrebbe anche trovare un modo diverso di capire le preferenze dei puzzle. Ad esempio, focalizzandosi esclusivamente sulla ricerca di parametri in grado di determinare il piacere derivato dai rompicapi. In questa tesi i parametri scelti non si sono rivelati particolarmente significativi, ma potrebbe essere legato al basso numero di tester. Un'altra strada potrebbe essere quella di analizzare il comportamento dello sguardo o del volto della persona, per provare a capire se è interessata o meno al puzzle. Questo approccio, però, non sarebbe molto pratico nell'applicazione di un gioco per il settore videoludico, aspetto invece voluto nella presente tesi, in particolar modo nel caso richiedesse l'utilizzo di sensori per ricavare dati biometrici. Un'ennesima modalità potrebbe essere quella di sfruttare algoritmi di *machine learning*, magari per analizzare i comportamenti del giocatore mentre risolve i puzzle.

Infine, adattare le preferenze è una pratica che potrebbe essere adoperata in altri generi videoludici, che richiederebbero nuove ricerche e diversi parametri da valutare.

Capitolo 9

Appendice A - Game Design Document

9.1 Descrizione Generale

9.1.1 Sintesi

AdaPuzzle è un videogioco puzzle 2D, creato in Unity per Windows. Nel gioco ci sono quattro tipologie di puzzle da affrontare. Proseguendo nel gioco, i puzzle incontrati saranno adattati secondo le preferenze espresse dal giocatore

9.1.2 Trama

In un tempo molto lontano esisteva una gilda i cui membri erano capaci di risolvere qualsiasi enigma venisse loro posto. Grazie alle loro abilità furono in grado di raccogliere molte ricchezze e tesori, segno della gratitudine di chi aiutavano a risolvere i problemi. Diverso tempo dopo però, i nuovi membri non furono all'altezza dei fondatori, la gilda perse credibilità, e man mano venne dimenticata. A oggi esistono pochi resti di questa storia e sembra ormai una leggenda.

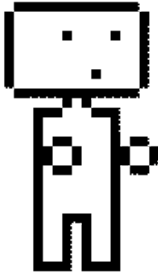
Nonostante tutto, il protagonista, Brendan, un giovane archeologo, ha appena scoperto delle rovine che corrispondono ai racconti di questa mistica gilda. Per entrare deve prima risolvere dei semplici puzzle per conoscere cosa lo aspetta.

Una volta entrato, Brendan si trova in una stanza e scopre che c'è qualcuno all'interno delle rovine. Una voce misteriosa lo mette in guardia, se vuole proseguire deve dimostrare di essere degno risolvendo diversi puzzle.

L'archeologo riesce a risolverli e accede all'ultimo livello dove viene messo alla prova dai quattro maestri, specialisti di un tipo di puzzle. Dopo averli battuti tutti, Brendan ha accesso alla stanza del tesoro dove riesce a recuperare l'antico reperto.

9.1.3 Personaggi

Brendan



Ruolo

Protagonista

Descrizione

Giovane archeologo a cui piacciono i misteri e i puzzle. Ha recentemente scoperto delle antiche rovine

Riddle Master



Ruolo

NPC

Descrizione

Il maestro degli indovinelli. La sua forma è un punto di domanda, a rappresentare l'immane simbolo alla fine dei suoi quesiti

Assembly Master



Ruolo

NPC

Descrizione

Il maestro della categoria Assembly. Il suo corpo e la sua animazione fanno ricordare i riquadri da assemblare

Physics Master

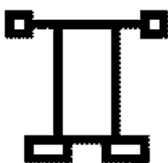


Ruolo

NPC

Descrizione

Il maestro della fisica. Ha una testa a forma di palla e nella sua animazione essa rimbalza sul suo corpo, proprio come la palla rimbalza negli enigmi da lui proposti





Sliding Master

Ruolo

NPC

Descrizione

Il maestro dei blocchi scorrevoli. La sua testa è composta dai blocchi che formano i suoi puzzle



The Sign Painter

Ruolo

NPC

Descrizione

Un misterioso personaggio che ha scritto tutti i cartelli. Ne va talmente fiero da firmarsi su tutti

9.2 Puzzle

In questa sezione vengono descritti i puzzle presenti nel gioco, divisi per categoria.

9.2.1 Riddle

Comandi

La risposta viene inserita scrivendo con la tastiera nel campo, premere invio per confermare. Un aiuto è disponibile premendo il bottone in alto a destra

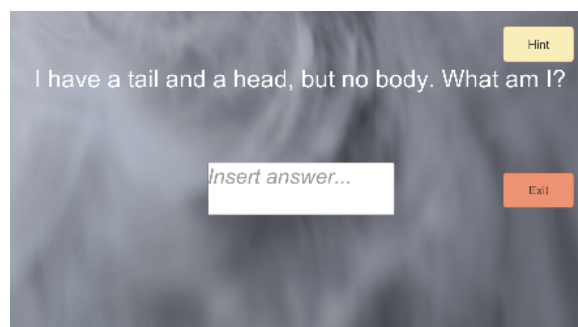


Figura 57: Screen of the riddle scene

Puzzle nel gioco**Puzzle Iniziale** - Aiuto disponibile dopo 10s

- **Question** - I have a tail and a head, but no body. What am I?

Answer - Coin**Hint** - It is in your wallet**Puzzle presenti nella fase di determinazione del piacere** - Aiuto disponibile dopo 10s.

Inizia con il primo, ed è possibile continuare seguendo l'ordine. In caso di interruzione, è possibile riprendere dal puzzle interrotto.

1. **Question** - I'm tall when I'm young, and I'm short when I'm old. What am I?

Answer - Candle**Hint** - It's fire's fault

2. **Question** - How do you spell hard water with three letters?

Answer - Ice**Hint** - Very cold water

3. **Question** - What begins with an "e" and only contains one letter?

Answer - Envelope**Hint** - A physical letter

4. **Question** - Where does today come before yesterday?

Answer - Dictionary**Hint** - It is in a particular type of book**Puzzle del Master.** I seguenti puzzle sono posti dal Riddle Master, divisi a seconda del valore del parametro di piacere**Domande Facili (Piacere <6)** - Aiuto disponibile dopo 10s

1. **Question** - What is full of holes but still holds water?

Answer - Sponge**Hint** - If you squeeze it, it loses water

2. **Question** - What runs around the whole yard without moving?

Answer - Fence**Hint** - And protects from intruders

3. **Question** - What has many keys but cannot open a single lock?

Answer - Piano

Hint - It is an instrument

Domande Medie (Piacere tra 6 e 12) - Aiuto disponibile dopo 30s

1. **Question** - What word is always spelled wrong?

Answer - Wrong

Hint - The answer is in the question

2. **Question** - If you drop a yellow hat in the Red Sea, what does it become?

Answer - Wet

Hint - Sure it's not dry

3. **Question** - What has ten letters and starts with gas?

Answer - Automobile

Hint - You can drive it

Domande Difficili (Piacere >12) - Aiuto disponibile dopo 50s

1. **Question** - Washing makes it dirtier and dirtier

Answer - Water

Hint - And it is used for washing

2. **Question** - What is so fragile that saying its name breaks it?

Answer - Silence

Hint - It's something immaterial

3. **Question** - What can run but never walks, has a mouth but never talks, has a head but never weeps, has a bed but never sleeps?

Answer - River

Hint - It's made of water

Un'ulteriore difficoltà è presente, con valore >16 dove l'aiuto è disponibile dopo 70s

9.2.2 Assembly

Comandi

Il giocatore deve trascinare i pezzi con il mouse e posizionarli nella posizione corretta sulla tavola bianca. È possibile resettare il puzzle



Figura 58: Screen of the assembly scene

Puzzle nel gioco

Puzzle Iniziale



Figura 59: Layout e Soluzione, Assembly Puzzle 1

Puzzle presenti nella fase di determinazione del piacere. Inizia con il primo (figura [60](#)), ed è possibile continuare seguendo l'ordine. In caso di interruzione, è possibile riprendere dal puzzle interrotto.



Figura 60: Layout e Soluzione, Assembly Puzzle 2



Figura 61: Layout e Soluzione, Assembly Puzzle 3



Figura 62: Layout e Soluzione, Assembly Puzzle 4



Figura 63: Layout e Soluzione, Assembly Puzzle 5

Puzzle del Master. I tre puzzle proposti dall'Assembly Master sono generati proceduralmente. Seguendo un criterio (descritto nel capitolo 6, pag. 47), i pezzi di una griglia 6X6 vengono associati agli altri o resi posizioni invalide sulla griglia

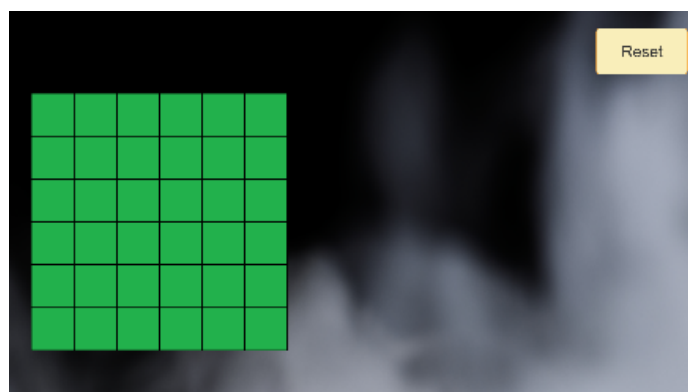


Figura 64: Screen della scena assembly senza l'avvio della pcg

9.2.3 Physics

Comandi

L'obiettivo è far arrivare la pallina sopra la piattaforma verde, facendola rimbalzare sfruttando la forza di gravità. Con il click sinistro del mouse si può creare un trampolino nella zona chiara. Con il click destro si può cancellare un trampolino. È possibile resettare la posizione della pallina oppure pulire completamente il puzzle

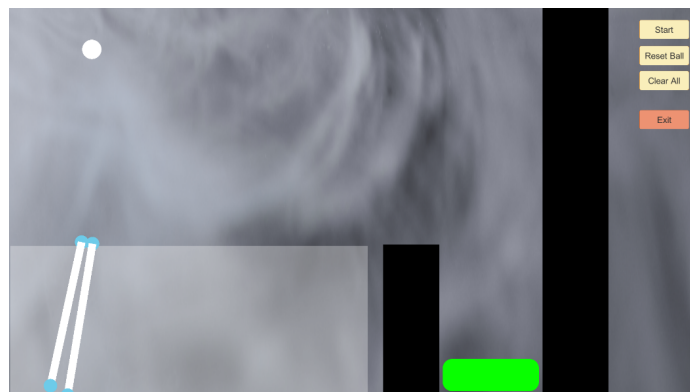


Figura 65: Screen of the physics scene

Puzzle nel gioco

Puzzle Iniziale

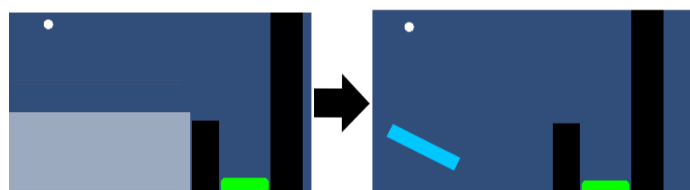


Figura 66: Layout e Possibile Soluzione, Physics Puzzle 1

Come è visibile nella figura [65](#), ci sono due trampolini già posizionati nel livello. Questi trampolini non possono essere rimossi tramite Clear All, e impediscono alla pallina di proseguire verso il traguardo. Questo è necessario per far imparare ai giocatori che i trampolini possono essere cancellati premendoli con il pulsante destro del mouse; altrimenti nei livelli più avanzati il rischio è di complicare le soluzioni perché al posto di cancellare un trampolino sbagliato si cancella tutto erroneamente. L'apprendimento del pulsante destro è accompagnato da un testo con le istruzioni di gioco.

Puzzle presenti nella fase di determinazione del piacere. Inizia con il primo (figura [67](#)), ed è possibile continuare seguendo l'ordine. In caso di interruzione, è possibile riprendere dal puzzle interrotto.

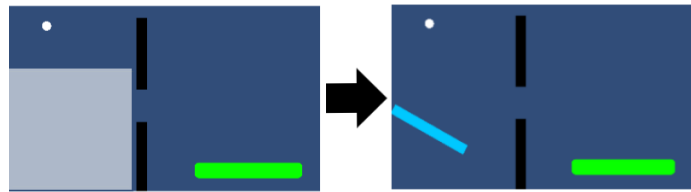


Figura 67: Layout e Possibile Soluzione, Physics Puzzle 2

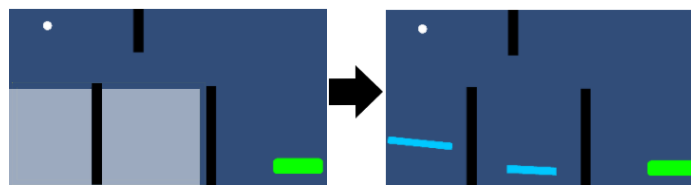


Figura 68: Layout e Possibile Soluzione, Physics Puzzle 3

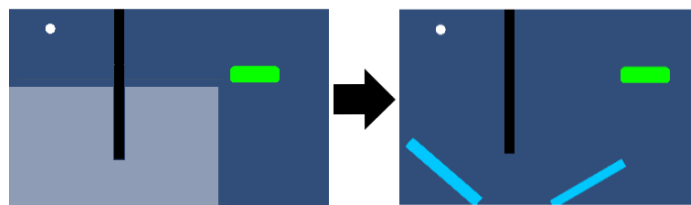


Figura 69: Layout e Possibile Soluzione, Physics Puzzle 4

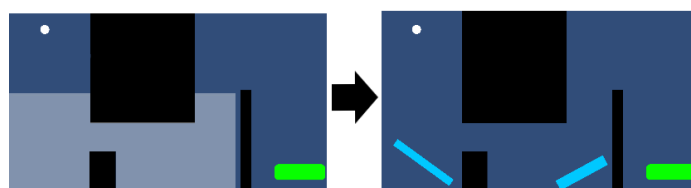


Figura 70: Layout e Possibile Soluzione, Physics Puzzle 5

Puzzle del Master. I tre puzzle del Physics Master hanno una componente di semi proceduralità. Ognuno dei tre puzzle ha degli ostacoli che compaiono in base al valore del piacere, e questi ostacoli possono essere piazzati casualmente all'interno di un'area assegnata loro. Questi ostacoli non possono sovrapporsi e devono controllare di essere ad almeno un'unità di distanza tra loro per evitare deadlock.

Un ostacolo è presente quando il valore di piacere è superiore alla sua soglia (ad esempio, un ostacolo medio apparirà sempre se il valore di piacere è superiore a 6, mentre sarà disattivato altrimenti). Nella seguente tabella è specificato come interpretare le figure che lo seguono.

Difficoltà	Valore Piacere	Colore
Facile	<6	Verde
Medio	tra 6 e 12	Azzurro
Difficile	tra 12 e 16	Bianco
Molto Difficile	>16	Rosso

Tabella 7: Tabella riassuntiva

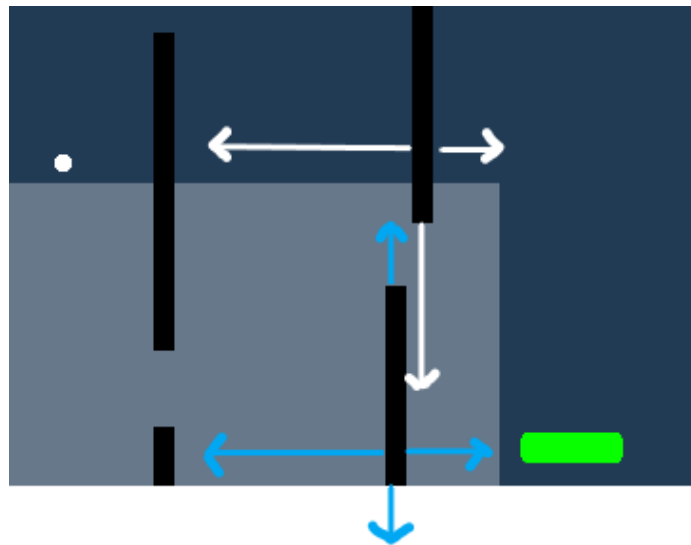


Figura 71: Layout e Movimenti Possibili, Physics Master's Puzzle 1

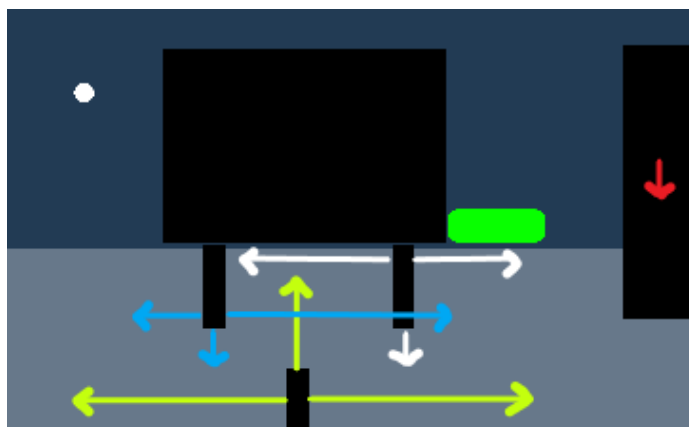


Figura 72: Layout e Movimenti Possibili, Physics Master's Puzzle 2

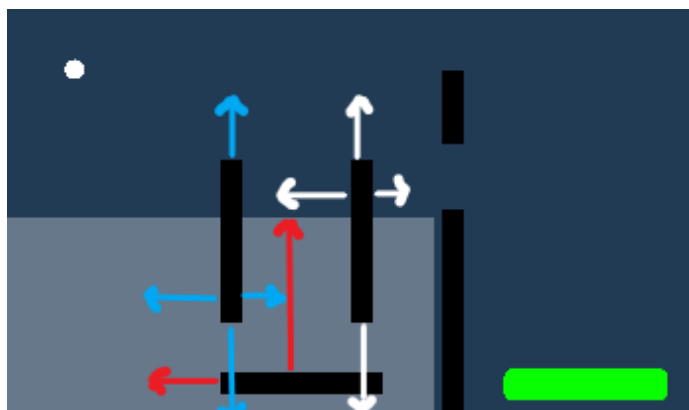


Figura 73: Layout e Movimenti Possibili, Physics Master's Puzzle 3

9.2.4 Sliding

Comandi

Il giocatore può spostare i pezzi con il mouse. I pezzi possono essere spostati solo in una direzione libera, ovvero non occupata da altri blocchi e non fuori dalla tabella. Si vince quando la palla verde entra nello spazio verde. È possibile resettare il puzzle.



Figura 74: Screen of the sliding scene

Puzzle nel gioco

Puzzle Iniziale

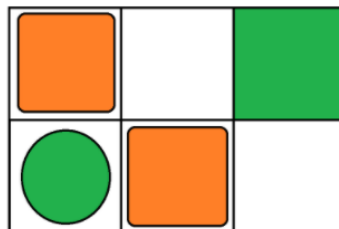


Figura 75: Layout, Sliding Puzzle 1

Puzzle presenti nella fase di determinazione del piacere. Inizia con il primo (figura [76](#)), ed è possibile continuare seguendo l'ordine. In caso di interruzione, è possibile riprendere dal puzzle interrotto.

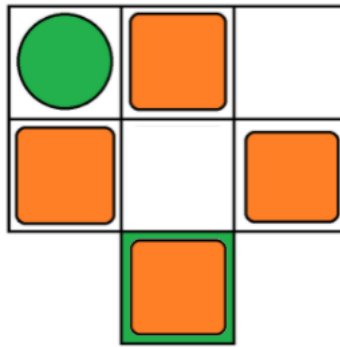


Figura 76: Layout, Sliding Puzzle 2

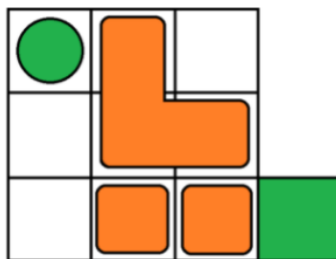


Figura 77: Layout, Sliding Puzzle 3

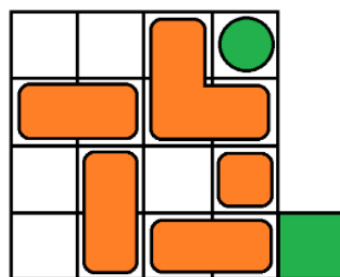


Figura 78: Layout, Sliding Puzzle 4

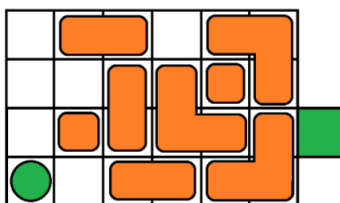


Figura 79: Layout, Sliding Puzzle 5

Puzzle del Master. I tre puzzle dello Sliding Master hanno una componente di semi proceduralità. Ognuno dei tre puzzle ha dei blocchi che compaiono in base al valore del piacere, e successivamente vengono mescolati verso posizioni valide (non scambiati), per un numero casuale di volte, creando delle varianti del puzzle. La pallina non viene mossa in questa fase di mescolamento.

Nella seguente tabella sono specificate le soglie delle difficoltà.

Difficoltà	Valore Piacere
Facile	<6
Medio	tra 6 e 12
Difficile	tra 12 e 16
Molto Difficile	>16

Tabella 8: Tabella riassuntiva dei livelli di difficoltà

Seguono i tre puzzle con le loro varianti di difficoltà

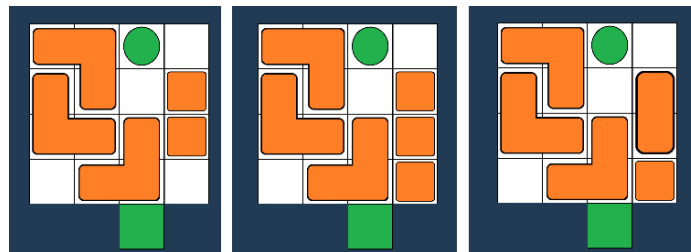


Figura 80: Layout del livello facile, medio e difficile, Sliding Master's Puzzle 1

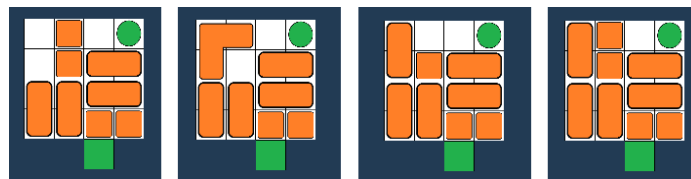


Figura 81: Layout del livello facile, medio, difficile e molto difficile, Sliding Master's Puzzle 2

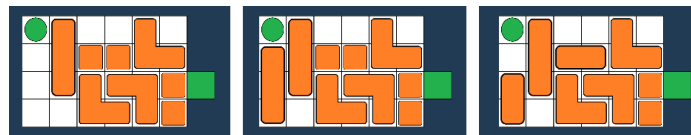


Figura 82: Layout del livello facile, medio e difficile, Sliding Master's Puzzle 3

9.3 Livelli

9.3.1 Livello 1

Il primo livello presenta elementi introduttivi, per far conoscere al giocatore i diversi tipi di puzzle.

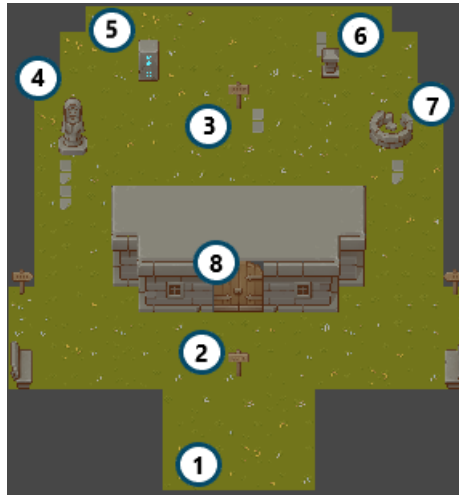


Figura 83: Mappa, Livello 1

1. Partenza

Il giocatore è accolto da un piccolo dialogo introduttivo.

Brendan: Finally I found the ruins. I'm wondering what can I find. But first, I need to find how to enter.

2. Cartello con informazioni. Indica cosa fare prima di poter entrare nelle rovine. La posizione centrale è per invogliare a leggerne il contenuto.

"Hi there. Before you can enter you have to know what to expect. Go on the back and solve the 4 puzzles"

3. Cartello con informazioni. Spiega cosa siano le quattro sculture lì vicino.

"The 4 sculptures contain one type of puzzle. Interact with them and solve what lies inside"

4. Statua, interagendo attiva il primo puzzle di tipo Assembly (pag. 83)

5. Scultura con scritte, interagendo attiva il primo puzzle di tipo Riddle (pag. 81)

6. Lanterna, interagendo attiva il primo puzzle di tipo Sliding (pag. 89)
7. Pozzo, interagendo attiva il primo puzzle di tipo Physics (pag. 85)
8. Porta, fine del primo livello.

Si apre dopo aver risolto i quattro puzzle nei punti 4, 5, 6 e 7.

9.3.2 Livello 2

In questo livello vengono calcolati i valore del piacere per ogni tipo di puzzle. Per avanzare al livello successivo, il giocatore deve risolvere almeno 10 puzzle e almeno uno per tipologia. Ci sono 4 enigmi per ogni categoria, per un totale di 16 tra cui scegliere.

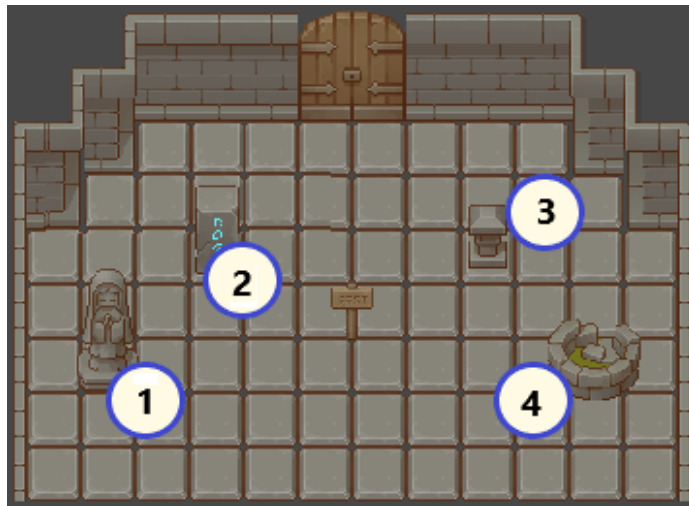


Figura 84: Mappa, Livello 2

1. Partenza

Il giocatore è accolto da una misteriosa voce che spiega cosa fare per poter accedere alla prossima stanza. Accenna anche che la scelta è importante.

???: Welcome stranger. If you want to meet us and get the treasure, you must solve 10 puzzles, and at least 1 for each type. Choose wisely

2. Cartello con informazioni. Ricorda cosa fare per poter proseguire.

”To open the door you have to solve 10 puzzles, and at least 1 for each type.”

3. Statua, interagendo attiva i puzzle di tipo Assembly (pag. 83)

Dopo aver risolto almeno un puzzle ed essere usciti dalla schermata dell'enigma, attiva il questionario GEQ per questo tipo (attivabile solo una volta)
4. Scultura con scritte, interagendo attiva i puzzle di tipo Riddle (pag. 81)

Dopo aver risolto almeno un puzzle ed essere usciti dalla schermata dell'enigma, attiva il questionario GEQ per questo tipo (attivabile solo una volta)
5. Lanterna, interagendo attiva i puzzle di tipo Sliding (pag. 90)

Dopo aver risolto almeno un puzzle ed essere usciti dalla schermata dell'enigma, attiva il questionario GEQ per questo tipo (attivabile solo una volta)
6. Pozzo, interagendo attiva il primo puzzle di tipo Physics (pag. 86)

Dopo aver risolto almeno un puzzle ed essere usciti dalla schermata dell'enigma, attiva il questionario GEQ per questo tipo (attivabile solo una volta)
7. Porta, fine del secondo livello.

Si apre dopo aver risolto almeno 10 puzzle, e uno per tipo, nei punti 3, 4, 5 e 6.

9.3.3 Livello 3

Il livello 3 è l'ultimo livello, dove il giocatore affronta i maestri dei puzzle. Ogni maestro propone al giocatore 3 enigmi, che devono essere risolti in sequenza, e questi puzzle sono dipendenti dal valore del piacere trovato nel livello precedente. La seguente tabella riassume a quale difficoltà equivale un certo valore di piacere. Le soglie sono le stesse in ogni categoria

Difficoltà	Valore Piacere
Facile	<6
Medio	tra 6 e 12
Difficile	tra 12 e 16
Molto Difficile	>16

Tabella 9: Tabella riassuntiva dei livelli di difficoltà



Figura 85: Mappa, Livello 3

1. Partenza

Il giocatore è accolto nuovamente dalla voce misteriosa. Questa volta spiega cosa fare per aprire l'ultima porta.

???: Welcome into the last room. If you want the treasure you have to beat the masters. We've seen you.

2. Cartello con informazioni. Ricorda cosa fare per poter aprire l'ultima porta.

"Congratulations. You are worthy to be here. The four masters are waiting in their room. They saw you and they know what you want"

3. Le quattro sculture sono ornamentali, ma le loro posizioni sono coerenti con le posizioni dei quattro maestri.

4. Assembly Master, interagendo attiva i puzzle di tipo Assembly (pag. 84)

5. Riddle Master, interagendo attiva i puzzle di tipo Riddle (pag. 81)

6. Sliding Master, interagendo attiva i puzzle di tipo Sliding (pag. 91)

7. Physics Master, interagendo attiva i puzzle di tipo Physics (pag. 87)

8. Porta.

Si apre dopo aver risolto tutti i puzzle dei maestri nei punti 4, 5, 6 e 7.

9. Tesoro. Fine del gioco.

Capitolo 10

Appendice B - Questionario di Validazione

10.1 *Demographic Section*

How old are you?

- 18 or less
- 18 - 24
- 25 - 30
- 30 - 35
- 36 - 50
- 50+

What is your status?

- Worker
- Computer Science Student
- Student not from Computer Science
- Worker and Computer Science Student
- Worker and Student not from Computer Science

How much do you play videogames?

- 0 - 5 h per week
- 5 - 15 h per week
- 15 - 30 h per week
- 30+ h per week

On which platform do you play?

- Nintendo Switch
- PlayStation 4 or 5

- Xbox One or Xbox One X/S
- PC
- Mobile
- Older Consoles

Did you play puzzle games?

- Never
- Rarely
- Sometimes
- Often

10.2 *Game Experience Section*

Did you like Assembly puzzles?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (A lot)

How does it make you feel?

- Open question

Did you like Riddles?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (A lot)

How does it make you feel?

- Open question

Did you like Sliding puzzles?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (A lot)

How does it make you feel?

- Open question

Did you like Physics puzzles?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (A lot)

How does it make you feel?

- Open question

Go to the results screen and answer the following questions

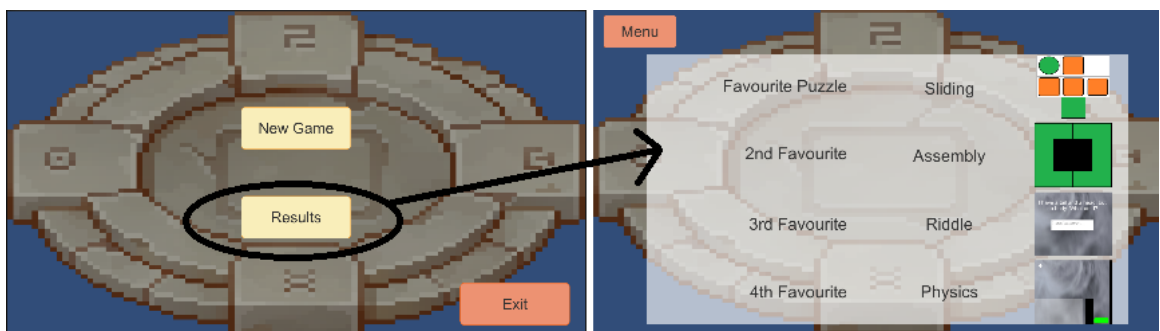


Figura 86: Result Screen

Does the favorite puzzle type match with your real favorite?

- Yes
- No

Does the rest of the rank match with your preferences?

- Yes
- No

Insert here the rank from the game

	Assembly	Physics	Riddle	Sliding
Favorite				
2nd Favorite				
3rd Favorite				
4th Favorite				

In case the rank doesn't match, rank here your type preference

	Assembly	Physics	Riddle	Sliding
Favorite				
2nd Favorite				
3rd Favorite				
4th Favorite				

How much difficult did you find the puzzle of the masters?

	Too easy	A little Easy	Adequate	A little difficult	Too difficult
Sliding					
Assembly					
Riddles					
Physics					

Do you think adapting puzzle type and difficulty to your preferences can enhance your fruition of the game?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (Yes)

Do you think it can make you replay the game, for example by acting differently for other results?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (Yes)

Do you think it can be done in a real game?

- 1 (No)
- 2
- 3
- 4
- 5 (Yes)

If you have feedback or suggestions leave it here

- Open question

Bibliografia

- [1] A. M. Smith, E. Andersen, M. Mateas, and Z. Popović, “A case study of expressively constrainable level design automation tools for a puzzle game,” in Proc. Int. Conf. Found. Digit. Games, 2012, pp. 156–163
- [2] B. De Kegel and M. Haahr, ”Procedural Puzzle Generation: A Survey,” in IEEE Transactions on Games, vol. 12, no. 1, pp. 21-40, March 2020, doi: 10.1109/TG.2019.2917792.
- [3] Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. Journal of MUD research, 1(1), 19.
- [4] Battocchi, A., Pianesi, F., Tomasini, D., Zancanaro, M., Esposito, G., Venuti, P., ... Weiss, P. L. (2009, November). Collaborative Puzzle Game: a tabletop interactive game for fostering collaboration in children with Autism Spectrum Disorders (ASD). In Proceedings of the ACM international conference on interactive tabletops and surfaces (pp. 197-204).
- [5] Bertolo, M., Mariani, I. (2014). Game Design. Gioco e giocare tra teoria e progetto (pp. 1-338). Pearson Italia spa.
- [6] Brathwaite, Brenda, and Ian Schreiber. Challenges for game designers. Boston, Massachusetts: Course Technology/Cengage Learning, 2009.
- [7] Brown, E., Cairns, P. (2004, April). A grounded investigation of game immersion. In CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems (pp. 1297-1300).
- [8] Brown, S. L. (2009). Play: How it shapes the brain, opens the imagination, and invigorates the soul. Penguin.
- [9] Chen, Y. H., Lin, C. P., Looi, C. K., Shao, Y. J., Chan, T. W. (2012). A Collaborative Cross Number Puzzle Game to Enhance Elementary Students' Arithmetic Skills. Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, 11(2), 1-14.

- [10] Crawford, C. (1984). *The art of computer game design*.
- [11] Csikszentmihalyi, M., Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience* (Vol. 1990). New York: Harper Row.
- [12] Fazio, R. H., Zanna, M. P. (1981). Direct experience and attitude-behavior consistency. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 14, pp. 161-202). Academic Press.
- [13] Fernández-Vara, C., Thomson, A. (2012, May). Procedural generation of narrative puzzles in adventure games: The puzzle-dice system. In *Proceedings of the The third workshop on Procedural Content Generation in Games* (pp. 1-6).
- [14] Ferreira, L., Toledo, C. (2014, August). A search-based approach for generating angry birds levels. In *2014 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games* (pp. 1-8). IEEE.
- [15] Frattesi, T., Griesbach, D., Leith, J., Shaffer, T., DeWinter, J. (2011). "Replayability of video games." IQP, Worcester Polytechnic Institute, Worcester.
- [16] Frutos-Pascual, M., García-Zapirain, B., Méndez-Zorrilla, A. (2012). Improvement in cognitive therapies aimed at the elderly using a mixed-reality tool based on tangram game. In *Computer Applications for Graphics, Grid Computing, and Industrial Environment* (pp. 68-75). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [17] Games, W. W. P. (2004). *Four Keys to More Emotion Without Story*.
- [18] Granic, I., Lobel, A., Engels, R. C. (2014). The benefits of playing video games. *American psychologist*, 69(1), 66.
- [19] Guerrero, I., Verhoeven, B., Barbieri, F., Martins, P., Pérez y Pérez, R. (2015). TheRiddlerBot: A next step on the ladder towards computational creativity. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Computational Creativity/Toivonen, Hannu [edit.]; et al.* (pp. 315-322).
- [20] Hoffmann, Professor. *Puzzles Old and New*. Frederick Warne and Co., 1893.
- [21] Hordern, E. (1986). *Sliding piece puzzles* (No. 4). Oxford University Press, USA.
- [22] Hufkens, L. V., Browne, C. (2019, August). A functional taxonomy of logic puzzles. In *2019 IEEE Conference on Games (CoG)* (pp. 1-4). IEEE.
- [23] Johnson, Mark. (2016). "Integrating Procedural and Handmade Level Design: Processes and Experiences." 10.1201/9781315313412-12.

- [24] Kim, S. (2008). What is a puzzle. In *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games* (pp. 35-39).
- [25] Koster, R. (2013). *Theory of fun for game design.* " O'Reilly Media, Inc."
- [26] Law, Effie L-C., Florian Brühlmann, and Elisa D. Mekler. "Systematic review and validation of the game experience questionnaire (geq)-implications for citation and reporting practice." *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. 2018. <https://doi.org/10.1145/3242671.3242683>
- [27] Level-5. *Professor Layton. Level-5, 2007*
- [28] Lin, C. H., Chen, C. M. (2016). Developing spatial visualization and mental rotation with a digital puzzle game at primary school level. *Computers in Human Behavior*, 57, 23-30.
- [29] Lindley, Ernest H. "A Study of Puzzles with Special Reference to the Psychology of Mental Adaptation." *The American Journal of Psychology* 8, no. 4 (1897): 431-93. <https://doi.org/10.2307/1411772>.
- [30] Lopes, R., Bidarra, R. (2011). Adaptivity challenges in games and simulations: a survey. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 3(2), 85-99.
- [31] Magerko, B. (2008). Adaptation in digital games. *Computer*, 41(6), 87-89.
- [32] Millar, M. G., Tesser, A. (1986). "Effects of affective and cognitive focus on the attitude-behavior relation." *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(2), 270-276. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.2.270>.
- [33] Moreno, R., Park, B. (2010). Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories. In J. Plass, R. Moreno, R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 9-28). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511844744.003
- [34] Nacke, L. E., Bateman, C., Mandryk, R. L. (2014). BrainHex: A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing*, 5(1), 55-62.
- [35] O'Brien, H. L., Toms, E. G. (2008). What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American society for Information Science and Technology*, 59(6), 938-955.
- [36] Pintér, B., Voros, G., Szabó, Z., Lorincz, A. (2012). Automated word puzzle generation via topic dictionaries. *arXiv preprint arXiv:1206.0377*.

- [37] Penelope Sweetser and Peta Wyeth. 2005. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Comput. Entertain.* 3, 3 (July 2005), 3. DOI:<https://doi.org/10.1145/1077246.1077253>
- [38] Poels, K., de Kort, Y. A. W., IJsselsteijn, W. A. (2007). D3.3 : Game Experience Questionnaire: development of a self-report measure to assess the psychological impact of digital games. Technische Universiteit Eindhoven.
- [39] PopCap Games. Bejeweled. PopCap Games, 2001
- [40] Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC press.
- [41] Shaker, M., Sarhan, M. H., Al Naameh, O., Shaker, N., Togelius, J. (2013, August). Automatic generation and analysis of physics-based puzzle games. In *2013 IEEE Conference on Computational Intelligence in Games (CIG)* (pp. 1-8). IEEE.
- [42] Shaker, Noor Togelius, Julian Nelson, Mark. (2016). Procedural Content Generation in Games. 10.1007/978-3-319-42716-4.
- [43] Sharek, David Wiebe, Eric. (2015). "Investigating Real-time Predictors of Engagement: Implications for Adaptive Videogames and Online Training." *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*. 7. 20-37. 10.4018/IJGCMS.2015010102.
- [44] Schoenau-Fog, Henrik. "The Player Engagement Process-An Exploration of Continuation Desire in Digital Games." *DiGRA Conference*. 2011.
- [45] Song, P., Fu, C. W., Cohen-Or, D. (2012). Recursive interlocking puzzles. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 31(6), 1-10.
- [46] Thekla, Inc.. *The Witness*. Thekla, Inc., 2016
- [47] Togelius, J., Kastbjerg, E., Schedl, D., Yannakakis, G. N. (2011, June). What is procedural content generation? Mario on the borderline. In *Proceedings of the 2nd international workshop on procedural content generation in games* (pp. 1-6).
- [48] Togelius, J., Yannakakis, G. N., Stanley, K. O., Browne, C. (2010, April). Search-based procedural content generation. In *European Conference on the Applications of Evolutionary Computation* (pp. 141-150). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [49] Valve Corporation. *Left 4 Dead*. Valve Corporation, 2008.

- [50] Wilson, T. D., Dunn, D. S., Bybee, J. A., Hyman, D. B., Rotondo, J. A. (1984). Effects of analyzing reasons on attitude–behavior consistency. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(1), 5–16. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.47.1.5>
- [51] Zohaib, M. (2018). Dynamic difficulty adjustment (DDA) in computer games: A review. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2018.

Ringraziamenti

Non sono di molte parole quindi ringrazio tutti. Ringrazio chi mi abbia supportato e sopportato in questi anni, nonostante la mia sempre più evanescente figura. Grazie ai famigliari, agli amici, agli ostacoli, grazie.