

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione

Tesi Magistrale

***Narrazioni tangibili: progettazione di installazioni
transmediali interattive per la mediazione
culturale***



**Politecnico
di Torino**

Relatori

Prof Giovanni Malnati
Prof Domenico Morreale

Candidato

Davide Rodolfo Colella

A.A. 2025 – 2026

Abstract

La diffusione dei media digitali e dei social media algoritmici sta ridefinendo la soglia di attenzione degli utenti, influenzando il rapporto tra individuo, contenuto e spazio di fruizione, anche nel dominio della comunicazione culturale.

Si osserva una transizione da pratiche di consumo lineari e direttive a esperienze partecipative, che consentono all'utente di intervenire sui contenuti, interagire con altri individui e di percepire una risposta alle proprie azioni all'interno di ambienti reattivi.

Questa evoluzione coinvolge anche le realtà museali, tradizionalmente orientate ad offrire percorsi contemplativi e che oggi, invece, devono confrontarsi con la sensibilità, le aspettative e le competenze di pubblici abituati ad ecosistemi mediali complessi.

Parallelamente, i processi di ludicizzazione del dominio culturale, come gamification, game-based learning, serious game e advergaming, si stanno diffondendo sempre di più, favoriti dalla crescente presenza delle piattaforme social nei processi di comunicazione tra le istituzioni culturali e i loro pubblici. Questa diffusione ha contribuito al consolidamento di pratiche progettuali che integrano dinamiche, meccaniche e componenti di gioco per il design di esperienze di visita immersiva. L'immersività è realizzata attraverso strategie di progettazione transmediali, basate sull'uso complementare e coordinato di più media, finalizzato a veicolare un'esperienza integrata.

Il presente lavoro, realizzato in collaborazione con AuroraMeccanica, propone un approccio museale basato sulla progettazione di un sistema transmediale di installazioni interattive fisiche, fondato su dinamiche di game design e orientato a un coinvolgimento partecipato e condiviso dello spazio espositivo.

Il progetto presenta l'ideazione, la prototipazione e l'implementazione de Le Fabbriche del Gioco della città di Omegna. L'intero spazio è stato concepito come un percorso di visita attraverso caselle numerate, le cui stazioni raccontano le fabbriche del giocattolo del territorio attraverso installazioni interattive dotate di interfacce tangibili dedicate, progettate in relazione al contenuto espositivo. L'obiettivo del progetto è trasformare

l'interazione in una parte integrante del percorso museale, traducendo i concetti culturali in azioni fisiche significative, per favorire un apprendimento attivo degli argomenti trattati.

La tesi documenta l'intero processo progettuale: dalla definizione degli obiettivi educativi alla progettazione delle meccaniche ludiche, fino allo sviluppo software modulare, alla definizione hardware necessario e alla loro integrazione nell'allestimento museale.

Tutto il processo è accompagnato da accurate fasi di prototipazione e playtesting, per garantire la funzionalità e verificare la comprensibilità e la giocabilità delle installazioni.

Il progetto evidenzia il potenziale della transmedialità e dell'interaction design applicati alla mediazione culturale museale, dimostrando come possano generare un'esperienza partecipata ed educativa. La metodologia adottata per la progettazione delle installazioni e la realizzazione di esperienze su misura per Le Fabbriche del Gioco è applicabile a realtà diverse, dalle istituzioni museali ad altri ambiti culturali, contribuendo ad accrescere l'interesse del pubblico e a potenziarne il livello di coinvolgimento esperienziale.

1 Sommario

Abstract.....	3
1 Introduzione	8
2 Stato dell'Arte	10
2.1 Evoluzione storica della mediazione culturale museale.....	10
2.1.1 Il museo moderno: tra illuminismo e controllo sociale	11
2.1.2 La crisi dell'aura: il museo profano.....	12
2.2 La ludicizzazione del dominio culturale	13
2.2.1 La rivoluzione casuale e l'abbassamento della soglia di accesso	15
2.2.2 Gamification, advertgame e serious game: applicare il gioco	17
2.3 Le narrazioni transmediali	23
2.4 Non solo joystick e tastiere: l'interazione uomo macchina moderna	24
2.4.1 Imparare facendo: il pragmatismo applicato alla pedagogia	24
2.4.2 Comunicare con il computer: le Human Computer Interface	26
2.4.3 Il design antropocentrico: le interfacce a misura d'uomo.....	28
2.4.4 Le interfacce tangibili e la loro applicazione museale	29
3 Iter del progetto	32
3.1 La collaborazione con AuroraMeccanica	33
3.1.1 Lo Zaino Perfetto: il primo contatto con le interfacce tangibili	34
3.2 Le Fabbriche del Gioco di Omega	35
3.2.1 Le tre fabbriche del giocattolo	35

3.2.2	Il ruolo del giocattolo nella vita dei bambini	37
3.2.3	Gli spazi interattivi di Plastilate e Lattasco e Legnozago	39
3.3	Game design e ideazione	42
3.3.1	Da dove nasce l'idea: dallo smartphone al museo	42
3.3.2	Game design e progettazione	44
3.3.3	L'interfaccia Grafica.....	47
3.4	Implementazione tecnica.....	53
3.4.1	Modellazione 3D: l'artigianato digitale.....	54
3.4.2	Il codice del gioco e la sua architettura.....	69
3.4.3	L'interazione uomo macchina nell'endless runner.....	79
3.4.4	Playtesting: giocare per migliorare	84
3.5	Build del progetto	90
4	Risultati e discussioni.....	91
4.1	Metodologia di ricerca	91
4.2	Lo User Experience Questionare.....	92
4.3	Il questionario di gioco	94
4.4	Analisi dei dati.....	95
5	Conclusioni.....	99
5.1	Limiti eventuali del progetto	99
5.1.1	I limiti del casual game e di chi non vuole giocare	99
5.1.2	Spazi nuovi vs incastonamento delle installazioni	100

5.2	Ambiti applicativi.....	100
5.3	Conclusione	101
6	Lista delle figure.....	103
7	Bibliografia	106

1 Introduzione

L'esperienza museale contemporanea si sta evolvendo da un percorso di semplice contemplazione verso una dimensione di interazione attiva. Il visitatore non cerca più solo informazioni, ma necessita una connessione emotiva e memorabile con i contenuti. In questo scenario i nuovi media digitali giocano un ruolo chiave: non sostituiscono l'oggetto reale, ma lo completano ed arricchiscono, offrendo nuove modalità di narrazione e fruizione.

Due approcci, in particolare, stanno ridefinendo il rapporto tra visitatore e contenuto: le interfacce tangibili (TUI) e la narrazione transmediale. Le prime valorizzano la fisicità, permettendo di interagire con il mondo digitale attraverso oggetti reali e gesti corporei, superando la barriera del monitor e rendendo l'interazione più immediata e personale. La seconda, invece, libera la storia dal confine fisico di un singolo supporto, sfruttando il potenziale comunicativo di diverse piattaforme per offrire un'esperienza più ricca ed immersiva. In questo modo, il contenuto non si deve piegare al singolo formato, ma può adattarsi alle possibilità comunicative dei diversi media.

La presente ricerca esplora come l'integrazione di interfacce tangibili e narrazione transmediale possa valorizzare la tradizione industriale della produzione dei giocattoli omegnese. Il progetto analizzato riguarda le installazioni interattive realizzate presso il museo Le Fabbriche del Gioco di Omegna, con particolare attenzione sull'*endless runner* dedicato al Pinocchio della Valle Strona.

L'elemento distintivo dell'installazione risiede nel suo sistema di controllo: una croce da burattinaio trasformata in interfaccia tangibile. Muovendo la croce, l'utente controlla il burattino digitale, collegando il gesto proprio della marionetta all'azione ludica dell'*exhibit*. L'obiettivo della ricerca è verificare se il legame tra materia e gioco possa incrementare il coinvolgimento del pubblico e favorire una comprensione più profonda della tradizione locale.

Per valutare l'efficacia del progetto, la tesi prende in considerazione sia lo sviluppo tecnico e artistico sia il feedback degli utenti, raccolto attraverso lo *User Experience Questionnaire* e strumenti di analisi realizzati ad hoc per la componente ludica e narrativa.

La tesi è strutturata in quattro capitoli:

- Il primo delinea l'evoluzione culturale del contesto museale e fornisce lo sfondo mediale a supporto delle scelte progettuali.
- Il secondo descrive la realizzazione e implementazione dell'*endless runner*, affrontando prototipazione, modellazione del burattino digitale, scrittura del codice e fase di *playtesting*.
- Il terzo illustra gli strumenti utilizzati per l'analisi dell'esperienza utente e affronta i risultati emersi.
- Il quarto presenta i limiti progettuali, i possibili sviluppi e le conclusioni del lavoro di ricerca.

2 Stato dell'Arte

Il presente capitolo intende fornire gli strumenti teorici e metodologici per comprendere la posizione de Le Fabbriche del Gioco nella costellazione mediale contemporanea. I musei, da sempre aggregatori culturali, evolvono con la società e con i suoi usi e costumi. Considerare la cultura come plasmata dallo Spirito del Tempo (Hegel 1835) e non forza plasmante, permette di interpretare le scelte tecniche e stilistiche nell'installazione museale presentate successivamente.

La sezione 2.1 Evoluzione storica della mediazione culturale museale, è dedicata alla storia del museo al fine di evidenziare l'evoluzione degli spazi espositivi e il cambio di paradigma che hanno subito. Nella sezione 2.2 , vengono discussi gli strumenti mediali ed interattivi, per comprenderne l'efficacia, il loro ruolo nel discorso e come essi determinino l'esperienza degli utenti.

Nella sezione 2.3 è affrontato il tema della transmedialità, alla base della progettazione dello spazio espositivo e delle piattaforme mediali che lo compongono.

Il capitolo 2.4 e i relativi sottocapitoli presentano le interfacce e il modo in cui vengono realizzate, con un focus sulle interfacce tangibili, categoria in cui ricadono anche quelle de Le Fabbriche del Gioco.

2.1 Evoluzione storica della mediazione culturale museale

L'attuale assetto museale non deriva da una pianificazione sistematica, bensì è il risultato di una trasformazione avvenuta in simbiosi con la società. Le scelte espositive, di fruizione, di disposizione degli allestimenti e di uso degli spazi, non sono intrinseche del museo, ma esiti dei mutamenti culturali, politici e tecnologici che si sono susseguiti nei due secoli passati.

Ripercorrere sinteticamente le principali fasi evolutive del museo permette quindi di comprendere perché oggi venga concepito come uno spazio esperienziale e partecipativo. L'analisi parte dal museo moderno, a cavallo tra il 1700 e 1800 per seguire con le successive crisi culturali e le conseguenti riconfigurazioni, fino ad arrivare agli esempi contemporanei di mediazione culturale.

2.1.1 Il museo moderno: tra illuminismo e controllo sociale

Il primo museo moderno, per caratteristiche espositive e modalità di consumo destinate a definire i secoli successivi, è il Museo del Louvre. Fondato nel 1793, riflette i principi dell'Illuminismo. La sua istituzione all'interno dell'ex palazzo monarchico parigino avviene, infatti, pochi anni dopo la Presa della Bastiglia. La conversione di un complesso architettonico privato in uno spazio pubblico risponde ad una chiara logica di rottura con il passato. Trasformare il palazzo reale e le sue collezioni in un bene accessibile alla collettività rispecchia il clima rivoluzionario della Francia di fine Settecento.

Due sono i motivi principali per cui nasce il museo moderno: un motivo sociale, legato alle esigenze culturali e un motivo di controllo politico.

Il primo è che l'humus culturale è maturo e richiede un medium capace di dar voce alle tensioni sociali, alle trasformazioni politiche e renderle esperibili. Quando le condizioni culturali lo rendono possibile, i nuovi media fioriscono (Moholy-Nagy 1947) per rappresentare la società. Il museo moderno è frutto quindi di un processo induttivo di cambiamento culturale.

Il secondo motivo riguarda invece la sfera politica dell'istituzione.

Alla fine del Settecento il potere abbandona i vecchi strumenti punitivi, spettacolari e violenti, ma ritenuti "Cattiva Economia del Potere" (Foucault 1975), in favore di soluzioni che permettano di riformare e uniformare le masse. Il controllo sociale si declina quindi in soluzioni più diffuse e meno coercitive. In questo ambito, il museo è una "Tecnologia Culturale" su misura, grazie al suo "Controllo Dolce" (Bennett 1995): il cittadino al suo interno impara ad autoregolarsi, a comportarsi correttamente e a interiorizzare i valori dello stato.

I musei diventano, quindi, uno spazio pubblico elegante e ordinato, in cui il pubblico è invitato e non costretto, nel quale viene indotto ad autocontrollarsi, a comportarsi come la borghesia. Il museo, in sintesi, acquista la sua Aura (Benjamin 1936), fondata sull'unicità e su una contemplazione distante. Queste ultime sono qualità che il museo moderno manterrà per più di un secolo, affermandosi come istituzione deputata alla legittimazione culturale.

2.1.2 La crisi dell'aura: il museo profano

L'inizio del Novecento è per le arti un punto di cambiamento radicale. Le nuove scoperte scientifiche, come la teoria della relatività, la tensione politiche europee che sfoceranno nella Grande Guerra e, soprattutto, i nuovi mezzi produttivi industriali minano le fondamenta della cultura occidentale. La società moderna si contraddistingue per una crescente instabilità politica e simbolica e questo causa la necessità di nuovi media, capaci di congelare istantanee di un mondo sempre più veloce, frammentato e mutevole. La risposta è la macchina da presa.

La riproducibilità tecnica delle opere d'arte le modifica radicalmente.

Secondo Walter Benjamin (Benjamin 1936), la possibilità di copiare indefinitamente una creazione la priva del suo *hic et nunc*, ossia della sua unicità spazio-temporale. Con questa perdita svanisce anche l'Aura. Il museo non ha più un'esclusività sacrale, poiché non più detentore di un pezzo unico o fornitore di un'esperienza irripetibile.

La vera risposta in ambito istituzionale a questo cambiamento avviene con la Nuova Museologia e il concetto di *ecomuseo*. L'ecomuseo è uno strumento di partecipazione popolare alla pianificazione territoriale e allo sviluppo comunitario (De Varine 2017). Le installazioni museali smettono quindi di essere un elemento da venerare e diventano uno strumento relazionale e politico.

Questa traslazione prepara il terreno ad una trasformazione più profonda nel paradigma museale. Avviene pochi decenni dopo il passaggio da museo moderno al *post-museum* (Hooper-Greenhill 2000); il modello lineare ed unidirezionale che aveva contraddistinto il museo di stampo modernista lascia il posto ad una comunicazione polisemica, in cui il

significato della mediazione culturale è il prodotto attraverso l'interazione tra istituzione museale, opere esposte e visitatore.

Questo spostamento di focus, da oggetto a soggetto, trova infine una solida base teorica nel Museo Costruttivista: l'apprendimento non deve essere un processo passivo, assimilabile ad un travaso di informazioni, quanto piuttosto frutto attivo dell'elaborazione dell'utente, partendo dalla sua partecipazione attiva (Hein 1998). Non viene più fornita una verità dogmatica e precostruita, bensì strumenti e stimoli affinché l'utente realizzi autonomamente il percorso conoscitivo.

Le Fabbriche del Gioco si dimostra quindi figlio di un processo evolutivo durato oltre due secoli. Il contesto di accesso culturale, le modalità di apprendimento e le scelte narrative e transmediali si fondano su questa base teorica, che vede nell'esperibilità la forma prediletta apprendimento, per permettere ai visitatori di personalizzare interiorizzare i contenuti esperiti.

2.2 La ludicizzazione del dominio culturale

Le Fabbriche del Gioco, come molte installazioni museali interattive contemporanea, adotta meccaniche proprie del gioco e le applica a contesti educativi e culturali. Questa tendenza non è un caso isolato, ma parte di un processo che è partito a metà del Novecento per ritagliarsi sempre più spazio nella narrazione mediale: la ludicizzazione del dominio culturale. Con questo termine si indica l'introduzione di logiche, meccaniche, regole e modi di esperire tipici del gioco in ambiti tradizionalmente non ludici, come l'educazione, il branding, la comunicazione e la mediazione culturale.

Risulta importante, nell'economia del discorso, la definizione del gioco elaborata da Huizinga (Huizinga 1938). Il gioco non è più considerato un'attività superflua e infantile, ma è un elemento fondativo, pre-culturale: l'uomo gioca la vita prima di viverla all'interno del "Cerchio Magico", uno spazio controllato da proprie regole, separato dal mondo e in cui puoi sperimentare ruoli, relazioni e significati.

Caillois (Caillois 1958) amplia questa prospettiva distinguendo diverse categorie di gioco, ognuna con caratteristiche e dinamiche differenti:

- **Agon**, il gioco competitivo, fondato su un confronto tra partecipanti e sulla misura delle loro abilità;
- **Alea**. il gioco basato sulla casualità nel quale l'esito è legato alla sorte;
- **Mimicry**, il gioco di ruolo e di simulazione che richiede l'immedesimazione narrativa e l'immersione;
- **Ilinx**, il gioco della vertigine, basato sul disorientamento percettivo e sulle emozioni intense;

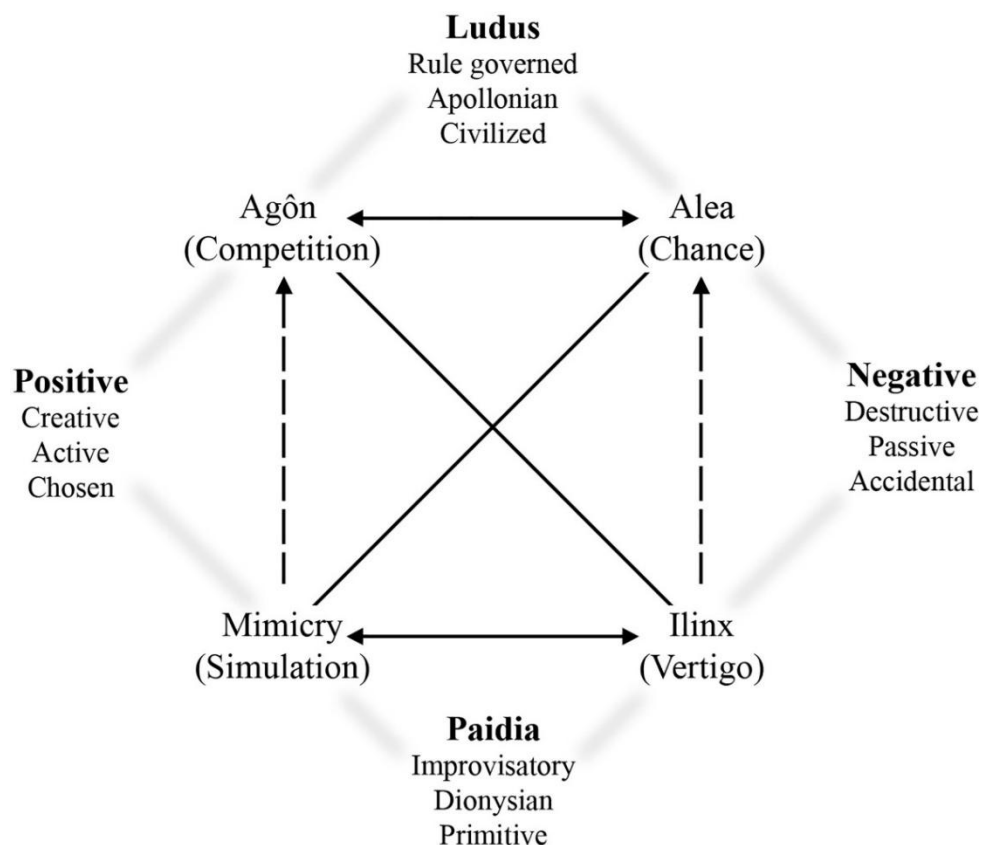


Figura 1: Classificazione delle attività ludiche secondo Caillois (Caillois 1958)

In queste categorie, si rispecchiano sia Le Fabbriche del Gioco come percorso, che le singole installazioni in esso presenti.

Il mondo del gioco subisce una forte rivoluzione con l'avvento, sul finire del secolo scorso dei videogiochi. Gee, analizzando le meccaniche di coinvolgimento, sottolinea come l'esperienza ludica è basata su un apprendimento situato, ovvero nasce dall'interazione tra individuo, ambiente e strumenti a disposizione (Gee 2003). Per imparare, il giocatore deve provare, sbagliare e ripartire, ma migliora grazie ai riscontri immediati, potendo così

comprendere dove ha sbagliato e ricalibrare la sua strategia. L'ambiente ludico, quindi, non è più lineare e unilaterale, ma esperito e costruito attivamente.

Questi concetti, osservati all'interno di contesti in cui l'utente sceglie consapevolmente di giocare, hanno progressivamente superato i confini categorizzanti del gioco stesso. Le logiche ludiche sono state così integrate anche in ambienti in cui l'utente non si percepisce necessariamente come giocatore, ma affronta comunque delle sfide, sbaglia e quando arriva al risultato riceve una ricompensa. Si può osservare quindi un abbassamento della soglia di accesso all'esperienza ludica e una sua amalgamazione sempre maggiore nella quotidianità mediale.

2.2.1 La rivoluzione casuale e l'abbassamento della soglia di accesso

Secondo il *Software Association Report* (POP) («Power of Play» 2025), una persona su tre ha avuto esperienza diretta con i videogiochi; l'età media dei giocatori è di 41 anni, di cui il 43% evidenzia la volontà di giocare per mantenere il cervello attivo e di apprendere. I dati relativi all'Italia confermano questa tendenza: il 71% dei giocatori ritiene che videogiocare ha migliorato le proprie competenze cognitive, il 70% la creatività e il 68% la capacità di risoluzione problemi. Secondo il 38% dei genitori, il videogioco ha migliorato il proprio rapporto con i figli. («Power of Play» 2025)

Questi dati, apparentemente normali nel mondo contemporaneo, segnalano un mutamento qualitativo nella percezione culturale del medium. Il videogioco non è più ritenuto un'attività inutile o una forma di evasione, ma uno strumento efficace per migliorare l'apprendimento e le capacità psicomotorie.

Tale scenario è in assoluta controtendenza con quello di fine secolo scorso. Negli anni '90 il videogioco era principalmente associato ad un target preadolescenziale e adolescenziale, fortemente maschile, ma soprattutto percepito come un'attività marginale, diseducativa e talvolta problematica. Il videogioco era quindi una subcultura di pochi, lontano dall'odierna tendenza intergenerazionale.

Un esempio della situazione lo fornisce nel 2008 Chip Lange, allora direttore di Electronics Arts, durante un'intervista per SFGATE (Kim 2008). Lange raccontò di aver constatato con sorpresa, al suo ingresso in azienda, quanto il target fosse incatenato sui

giovani uomini dai 18 ai 38 anni. L'espansione del progetto rappresentava per il direttore una sfida che, all'epoca dell'intervista, poteva dirsi superata. Coerentemente con tale successo, l'attenzione dei game designer si era spostata principalmente verso la definizione di un target femminile

Questo processo è definito da Juul come “Rivoluzione Casuale” (Juul 2010). Con tale termine si intende la nascita di nuovi giochi, con soglie di ingresso molto basse, meccaniche meno punitive, gameplay accattivante e ricompense immediate. Questi soprannominati *casual game* hanno avvicinato un pubblico sempre più largo ad interessarsi al medium. Gli *hardcore game*, infatti, sono stati spesso tacciati di essere fatti dai videogiocatori per i videogiocatori, mentre i *casual game* richiedono competenze semplici, quotidiane e possono essere goduti in tempi frammentati e integrati nella vita ordinaria.

Il risultato di questo processo non è soltanto l'espansione del pubblico, ma una trasformazione simbolica del medium. Il gioco è passato dall'essere un'attività snobbata e marginale, a una forma espressiva e riconosciuta di apprendimento, relazione e partecipazione.

Le Fabbriche del Gioco si colloca all'interno di questa legittimazione culturale: esso presuppone infatti il videogioco come forma di educazione, non solo di intrattenimento. Senza il processo di cambiamento percettivo, produrre uno spazio transmediale basato su *serious game*, ma adatto a tutte le età, avrebbe trovato una forte barriera culturale.

2.2.2 Gamification, advertgame e serious game: applicare il gioco

Numerosi sistemi mediali hanno iniziato ad integrare dinamiche ludiche al loro interno, seguito della diffusione sociale del gioco e della sua accettazione. Come evidenziato da Marczewski (Marczewski 2015) e come raffigurato in Figura 2, tali soluzioni variano in base a quali elementi ludici vengono implementati. Un'altra distinzione può essere data da tre fattori: il numero di elementi derivati, l'ambito applicativo e il fine ultimo. Nel paragrafo successivo verranno presentate tre realtà, focalizzando l'attenzione su *gamification* e *serious game* in quanto fondamentali per il progetto Le Fabbriche del Gioco.
















	Game Aesthetics	Game Elements	Virtual World	Game Play	Entertainment
Playful Design					
Gamification					
Simulation					
Serious Game					
Game					

Figura 2 Matrice delle soluzioni mediali game based¹

¹ <https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/>

2.2.2.1 *Advergame*

L'advergame consiste nell'utilizzo di dinamiche ludiche, spesso veri e propri videogiochi per scopi promozionali. Il gioco, quindi, è sì un prodotto compiuto, ma orientato ai fini di marketing.

L'intero gioco non serve solo a far conoscere il marchio, per cui sarebbe sufficiente una pubblicità tradizionale, ma a creare un legame tra utente e marchio, permettendo di far esperire il prodotto e di trasmettere mission e policy aziendali.

La dimensione ludica è quindi utile a costruire il coinvolgimento emotivo e la memorabilità, non propriamente all'apprendimento.

2.2.2.2 *Gamification*

Il termine gamification si utilizza per identificare tutta quell'insieme di pratiche che utilizzano le logiche del gioco in contesti non ludici. Seguendo il ragionamento di Deterding (Deterding 2015), seppur la definizione sia molto semplice, contiene in sé i tre elementi della gamificazione:

1. Uso intenzionale, il gioco non è una conseguenza, ma una precisa strategia adottata per il fine comunicativo o educativo;
2. Elementi di game design, non è un gioco completo, ma alcune sue logiche, come badges, punti livelli e ricompense;
3. Contesti non ludici, declinazione del gioco in abiti di marketing, scolastici, museali e di formazione;

Dovendo tracciare una data di nascita della gamification, il termine viene formalizzato nella prima decade del XXI secolo e se ne può ricondurre l'affermazione al quadro teorico dell'economia dell'esperienza (Pine II e Gilmore 1998).

Secondo i due autori, il valore economico ha seguito una evoluzione in quattro stadi:

1. *Commodity*, materie prime indifferenziate;
2. *Goods*, beni tangibili prodotti industrialmente;
3. *Services*, servizi erogati, competitivi, per facilitare il consumo dei beni;

4. *Experiences*, esperienze memorabili, differenziate, che coinvolgono l'individuo.

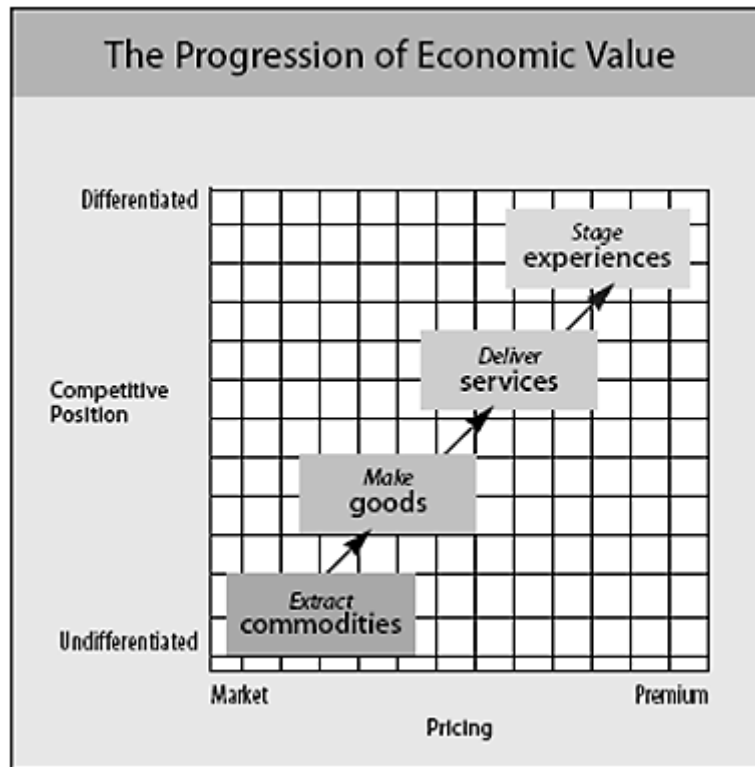


Figura 3: L'evoluzione dell'economia del valore per Pine e Gilmore².

Uno degli elementi più importanti dell'economia dell'esperienza è il superamento della fruizione passiva. L'utente per generare valore non può più solo acquistare un bene, ma deve crearlo partecipando attivamente.

Questo concetto è alla base di tutte le esperienze gamificate, che addolciscono la partecipazione attiva, rendendola più accattivante per esperienze tradizionalmente passive, quali ad esempio compilare un modulo, seguire un corso, seguire una routine di abitudini, o, analogamente al progetto, apprendere delle nozioni museali.

L'esperienza si distingue dal servizio perché memorabile: l'utente attraverso feedback, *agency* e coinvolgimento emotivo fissa i contenuti nella sua mente molto più di quanto non farebbe con la lettura tradizionale.

È importante sottolineare che molti sistemi gamificati lavorano sul piano inizialmente estrinseco (Deci e Ryan 2008). La motivazione estrinseca si ottiene quando il

² <https://hbr.org/1998/07/welcome-to-the-experience-economy>

comportamento è orientato a ottenere una ricompensa o ad evitare una punizione, di conseguenza i sistemi basati su punti, badge e classifiche creano un obiettivo per attirare l'utente. I sistemi premiali risolvono il problema di costruire *engagement* in poco tempo per un argomento altrimenti ostico o poco interessante, ma l'esperienza deve essere costruita correttamente. Un uso poco incisivo delle ricompense può far svanire velocemente l'interesse, di conseguenza seppur l'utente abbia iniziato a giocare, potrebbe non portare a termine il percorso. Se invece la progettazione eccede nell'uso di premi, si può svalorizzare la ricompensa, rendendone poco accattivante l'ottenimento, riducendo il gioco ad una semplice attività di accumulo.

Questa dinamica, tuttavia, non rappresenta il punto di arrivo nella progettazione gamificata, quanto piuttosto il gancio necessario per il primo coinvolgimento dell'utente. Una volta catturata l'attenzione del giocatore, diventa generalmente necessario riuscire a traslare la motivazione dal piano estrinseco a quello intrinseco, affinché l'utente venga spinto a giocare per il piacere stesso di svolgere il compito assegnato e non più per una ricompensa. In questa dimensione entrano in gioco fattori come la curiosità, l'espressione di sé, la passione o anche il semplice divertimento, che consolidano e rendono memorabile l'esperienza.

INTRINSIC VS. EXTRINSIC MOTIVATION: WHY WE DO WHAT WE DO

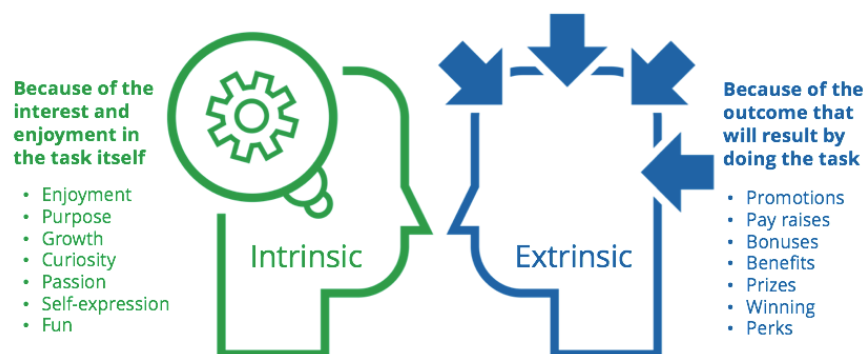


Figura 4: I due tipi di motivazione nella teoria dell'autoaffermazione³

La questione diventa quindi progettuale: ne Le Fabbriche del Gioco le scelte ludiche relative alle installazioni sono state al centro di numerosi ragionamenti. Data l'utenza principalmente preadolescenziale era necessario realizzare esperienze semplici,

³ <https://newmantuition.co.uk/motivation-intrinsic-vs-extrinsic/>

immediate, facilmente vincibili, ma con una ricompensa accattivante, che permettesse di mantenere interesse e motivazione. Sono stati esclusi sistemi troppo punitivi, giochi difficilmente vincibili o con un'esperienza troppo lunga per il completamento e ogni qualvolta è presente un imprevisto si è scelto di comandare l'aleatorietà per fornire l'esperienza più educativa possibile.

Creata la motivazione estrinseca de Le Fabbriche del Gioco, il passaggio a una motivazione intrinseca è stato affidato al *look and feel* delle installazioni e delle interfacce. L'obiettivo era quello di trasformare il primo coinvolgimento, basato sui sistemi premiali, in un interesse spontaneo e autentico verso l'oggetto museale. L'occasione ludica così costruita diventa, da una parte un modo per riscoprire la matericità e l'artigianalità dei giocattoli, traducendole e collegandole al linguaggio digitale e suscitando quindi la curiosità nei visitatori più giovani; dall'altra, negli adulti può evocare il ricordo legato all'infanzia, favorendo il dialogo e un trasferimento intergenerazionale con i figli.

A questo contribuiscono fattori come l'attenzione alla matericità nelle interfacce, la ricerca del fotorealismo nei dettagli nel modello 3D di Pinocchio, la componente aleatoria del percorso a caselle, ma anche la scelta di ingrandire i giocattoli presenti nelle installazioni, permettendo così agli adulti di interagire con gli *exhibit* secondo proporzioni simili a quelle sperimentate nell'infanzia.

2.2.2.3 *Serious Game*

La differenza tra *gamification* e *serious game* è di tipo ontologico. Se la *gamification* consiste nell'applicare elementi ludici a dinamiche non ludiche, i *serious game* sono dei veri e propri giochi, nati fin da subito per perseguire obiettivi educativi o formativi.

Il termine è stato formalizzato da Abt in "Serious Game" del 1970 (Abt 1970), in cui definisce seri quei giochi che hanno uno scopo definito e non nati solo per intrattenimento. Con l'avvento dei media digitali, il concetto si è espanso per abbracciare videogiochi, simulazioni interattive ed esperienze in realtà aumentata o virtuale.

L'efficacia del *serious game* è stata dimostrata dal punto di vista pedagogico da studiosi come Kolb (Kolb 1984), che sostiene come l'apprendimento sia un ciclo continuo che

parte con l'esperienza concreta, segue l'osservazione riflessiva poi la concettualizzazione astratta e la sperimentazione attiva. Ad esempio, nel videogioco, il giocatore agisce, riceve un riscontro, rielabora la sua strategia e ricomincia a giocare.

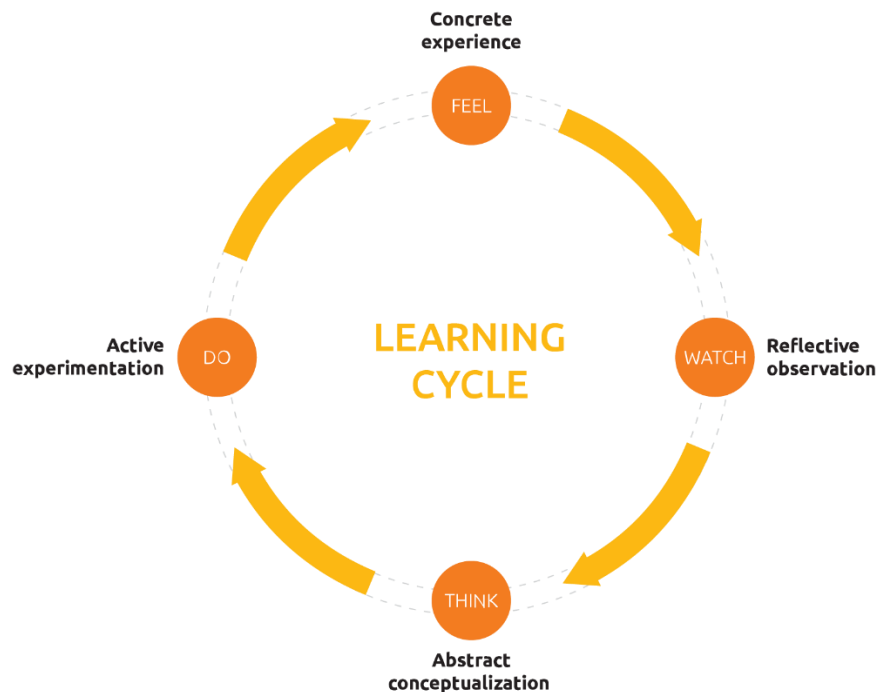


Figura 5: Ciclo di apprendimento esperienziale di Kolb⁴.

I benefici dell'apprendimento basato sui *serious game* sono stati discussi da Mitchell e Savill-Smith (Mitchell e Savill-Smith 2004). Lo studio evidenzia come il *game-based learning* possa favorire un aumento nella motivazione, ma soprattutto ampliare abilità come quelle di *problem solving*, psicomotorie, l'attenzione visivo-selettiva, spaziali e temporali. Le autrici sostengono anche la capacità dei *serious game* di mantenere alto il coinvolgimento cognitivo, risultando più efficaci nell'educazione in contesti in cui la narrazione tradizionale è distante e poco accattivante.

L'*infinite runner* di Pinocchio, argomento centrale della tesi ed uno delle tre esposizioni de Le Fabbriche del Gioco, ricade pianamente nell'ambito *serious game*, permettendo di conoscere tutta la mitologia relativa al protagonista del romanzo di Collodi semplicemente giocando.

⁴ <https://inchainge.com/knowledge/experiential-learning/learning-cycle/>

2.3 Le narrazioni transmediali

Il concetto di Transmedia è stato formalizzato da Jenkins nel saggio “Cultura Convergente” (Jenkins 2006), dove lo definisce come un processo narrativo frammentato, in cui le diverse piattaforme contribuiscono in modo non ripetitivo alla costruzione dell’universo narrativo. In quest’ottica quindi l’utente è co-creatore della sua personale storia, in quanto può scegliere quanti e quali media seguire, in ordine arbitrario.

Per Jenkins (Jenkins 2007) il *transmedia storytelling* riflette il concetto di “sinergia”: poiché molte grandi IP sono industrialmente orizzontali, coprono cioè numerosi ambienti economici, tendono a voler usare tutti gli strumenti mediali delle diverse piattaforme per pubblicizzare il loro prodotto. I motivi per cui possono essere scelte queste narrazioni transmediali sono molteplici: mantenere interesse per l’IP mentre si aspettano i tempi di produzione, espandere l’universo fornendo informazioni parallele, collegare serie prequel e sequel o semplicemente aggiungere realismo e immersività a dei prodotti narrativi.

Interessante per Le Fabbriche del Gioco è anche uno dei sette principi della transmedialità, elaborati da Jenkins (Jenkins 2009): i media “*drillable*” e i media “*spreadable*”. Una narrazione è “*spreadable*” quando punta a una diffusione grazie al passaparola, questo tipo di contenuti, quindi, ottiene il suo pieno potenziale quando accidentalmente o intenzionalmente diventa virale tra gli utenti. Un media è definito invece “*drillable*” quando il coinvolgimento verte sull’approfondimento, ovvero sulla creazione di un arco narrativo tale per cui in autonomia l’utente vuole approfondirlo per coglierne le sfumature. Entrambe le due sfumature permettono quindi un consumo continuato e ripetuto. Nel caso della progettazione de Le Fabbriche del Gioco le due strade coesistono. Creare un museo innovativo, che rilegge in chiave ironica e svecchiata le industrie dell’omegnese, spinge le persone a visitarlo e a spronare i loro conoscenti a fare lo stesso, rendendolo quindi “*spreadable*”. La “*drillability*” dei contenuti è invece creata attraverso le scelte stilistiche degli *exhibit*: le informazioni nel museo non sono di tipo didascalico, ma strutturate come filastrocche, inoltre i giochi non posseggono didascalie e sono solo musicati, al loro interno poi sono presenti tutti elementi provenienti dall’iconografia del tema trattato, in questo modo l’utente una volta aver

consumato le informazioni cerca di scoprire cosa rappresentano gli elementi in scena senza nessun suggerimento esplicito.

La transmedialità de Le Fabbriche del Gioco è data anche dalla costruzione dell'universo narrativo sulle industrie omegnese: la frammentazione dei contenuti copre sia i mezzi digitali, ovvero le tre installazioni videoludiche, che i mezzi analogici, in primis il percorso a caselle con cui si progredisce nell'esperienza, in quanto tutte le caselle hanno delle informazioni che si possono ricavare leggendo o interagendo. Inoltre, anche lo spazio contribuisce alla transmedialità, in quanto l'utente si trova a ottenere ulteriori informazioni dagli elementi scenografici presenti.

2.4 Non solo joystick e tastiere: l'interazione uomo macchina moderna

Ne Le Fabbriche del Gioco il visitatore per interagire nelle diverse installazioni adopera delle interfacce tangibili: in "Legnozago" utilizza una croce da burattinaio, per "Lattasco" una chiave a molla a misura d'uomo e per "Plastilate" degli elementi sagomati premibili. Queste tre interfacce hanno richiesto ricerca approfondita prima di essere create, per garantirne la corretta funzionalità. Per comprendere i concetti alla base, 2.4.1 evidenzia l'importanza dell'esperienza pratica nell'apprendimento.

In 2.4.2 è presentata una breve cronistoria dell'interazione uomo computer (HCI), in 2.4.3 i principi alla base del design di interfaccia, mentre 2.4.4 è focalizzato sulle interfacce tangibili e sulla loro applicazione per la mediazione culturale.

2.4.1 Imparare facendo: il pragmatismo applicato alla pedagogia

I musei interattivi, come Le Fabbriche del Gioco, si basano sul principio *learning by doing* (Dewey 1938) secondo il quale la formazione avviene attraverso un processo di scoperta e di valutazione. Il discente apprende grazie ad un'esperienza attiva e personalizzata, confrontandosi direttamente con gli oggetti, mentre il docente funge da facilitatore, fornendo gli strumenti educativi e modulando il percorso pedagogico in base alle esigenze individuali. Dewey arriva a questa teoria durante i suoi studi all'Università del Vermont e alla Johns Hopkins University di Baltimora, dove entra in contatto con il pragmatismo. Proprio da questa corrente filosofica riprende la visione di un

apprendimento concreto, realizzato in una simbiosi in cui soggetto e oggetto esperito sono indistinguibili, un processo dinamico che si sviluppa nella collettività e non nel singolo. («Learning by doing» 2025).

Questi concetti sono stati applicati in ambito museale da Hein nel suo museo costruttivista (Hein 1998). Il visitatore è al centro della progettazione museale, in quanto ritenuto il creatore del significato e non il luogo in cui depositare dei dati. Per realizzare la sua conoscenza, l'utente fa affidamento sulle esperienze pregresse, interpretando gli strumenti a lui forniti, senza che una risposta sia più corretta di un'altra. Per favorire l'apprendimento, il percorso museale smette di essere sistematico come nel museo moderno, presentato in 2.1.1, ma è esperibile da diversi punti di accesso, rappresentati da supporti mediali differenti, e ripercorribile più volte. L'apprendimento segue quindi il concetto di *learning by doing* con interazioni attive e un particolare focus sulla dimensione sociale e di confronto.

La collettività all'interno del museo, come strumento di apprendimento esperienziale, è trattata anche da Nina Simon in "The *Participatory Museum*" (Simon 2010). Secondo la ricercatrice i partecipanti devono poter apprendere nella maniera che ritengono più giusta («The Participatory Museum: An interview with Nina Simon» 2012). Perché questo accada, sono tre i modelli applicabili alle istituzioni culturali (Simon 2010):

1. Progetti contributivi, dove i visitatori sono incentivati a consegnare degli oggetti, compiere delle azioni in un processo controllato.
2. Progetti collaborativi, in cui i visitatori sono partecipanti attivi alla costruzione di un progetto istituzionale.
3. Progetti co-creativi, dove i membri della comunità lavorano fin dall'inizio insieme all'ente museale per definire gli obiettivi di progetto e l'installazione.

Il museo che ne deriva diventa un'esperienza dinamica e bidirezionale, figlia della collettività, come è rappresentato nel disegno della stessa Simon in Figura 6

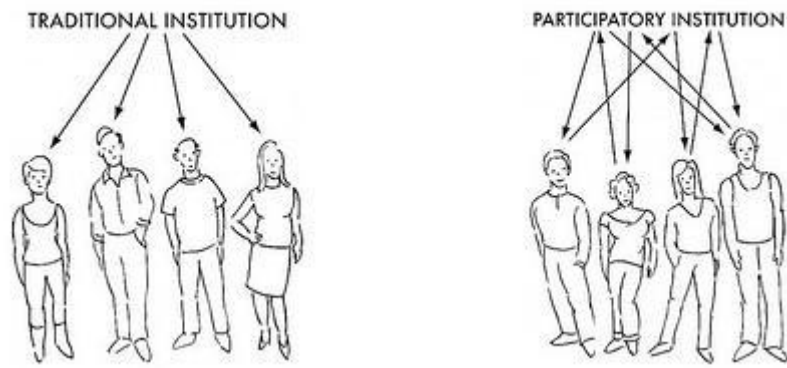


Figura 6: le istituzioni partecipate per Nina Simon (Simon 2010)

Nell'ambito de Le Fabbriche del Gioco il processo di *learning by doing* si declina nello spazio esperibile attraverso il percorso a caselle, in quanto il visitatore può seguire o meno il percorso e nel farlo costruisce il suo personale modello di apprendimento. Infine, tutti gli *exhibit* del museo sono di tipo contributivo, soprattutto gli Arcimboldi che l'utente produce in *Plastilate*, sono figli di un processo attivo.

2.4.2 Comunicare con il computer: le Human Computer Interface

Lo studio dell'interazione uomo computer (HCI) è un argomento di discussione centrale nella progettazione dei sistemi computazionali a partire dagli anni '60. Nelle università, a seguito della nascita dei primi computer, ci si interroga sulle interfacce utilizzabili per l'interazione. Tra i primi studi degni di nota, quello sulla manipolazione diretta di oggetti grafici di Ivan Sutherland, nella sua tesi sullo *sketchpad*, del 1963 (Sutherland 1963), precursore delle interfacce tangibili presentate in 2.4.4. Come evidenziato in Figura 7, l'iter è simile per tutte le tecnologie: nascono in ambito universitario, vengono successivamente discusse industrialmente per poi essere implementate nei prodotti.

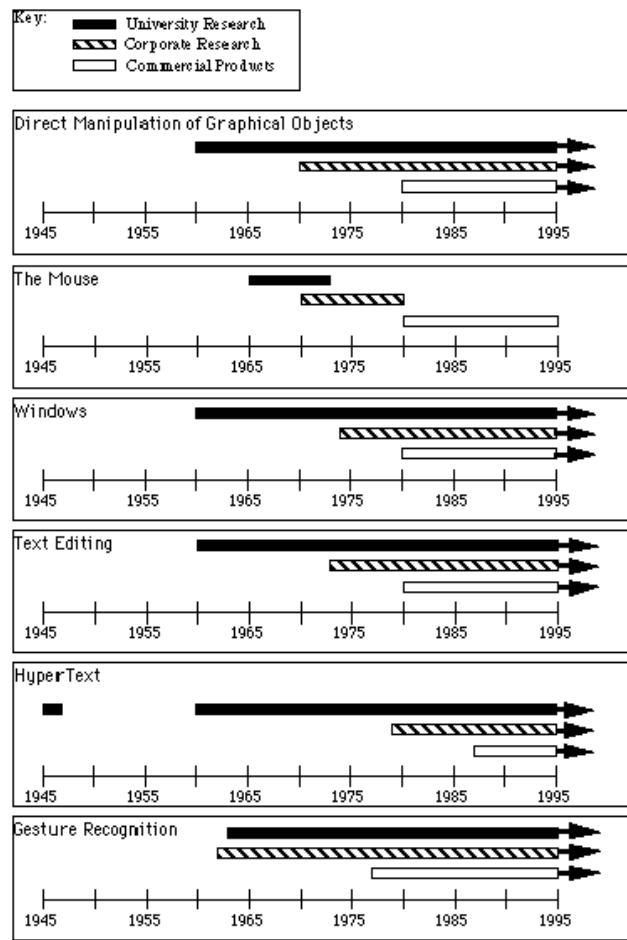


Figura 7: linea del tempo delle prime interfacce HCI⁵

All'inizio della sua storia, l'HCI aveva un focus funzionale, il tentativo era quello di ridurre l'errore, migliorare la lettura degli input, maggiore responsività e chiarezza dei comandi. I compilatori fino a quel momento erano ritenuti troppo costosi e ingombranti tanto da occupare una singola stanza, inoltre erano costruiti ad uso esclusivo di esperti del settore.

Il discorso si evolve però agli inizi degli anni '80 quando con Apple Macintosh, IBM PC5150 e Commodore 64 i computer ottengono un uso domestico.

⁵ <https://www.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uihistory.tr.html>

2.4.3 Il design antropocentrico: le interfacce a misura d'uomo

Il riorientamento verso prodotti per uso *prosumer* necessita di un cambio nel paradigma di design: i computer e le loro interfacce devono realizzare delle interazioni funzionali, che siano anche immediate e comprensibili. In questo cambiamento di paradigma si inseriscono gli studi di Norman sul design antropocentrico (Norman 1988). Secondo lo psicologo l'efficacia di un'interfaccia risiede nella sua "trasparenza cognitiva" e non nell'essere tecnologicamente complessa: l'utente deve immediatamente comprenderne l'utilizzo senza aver bisogno di leggere il manuale di istruzioni. Per Norman, infatti, tra l'utente e l'obiettivo che vuole ottenere esistono due *bridge*, uno in entrata ed uno in uscita, che mediano l'interazione, come è possibile vedere Figura 8.

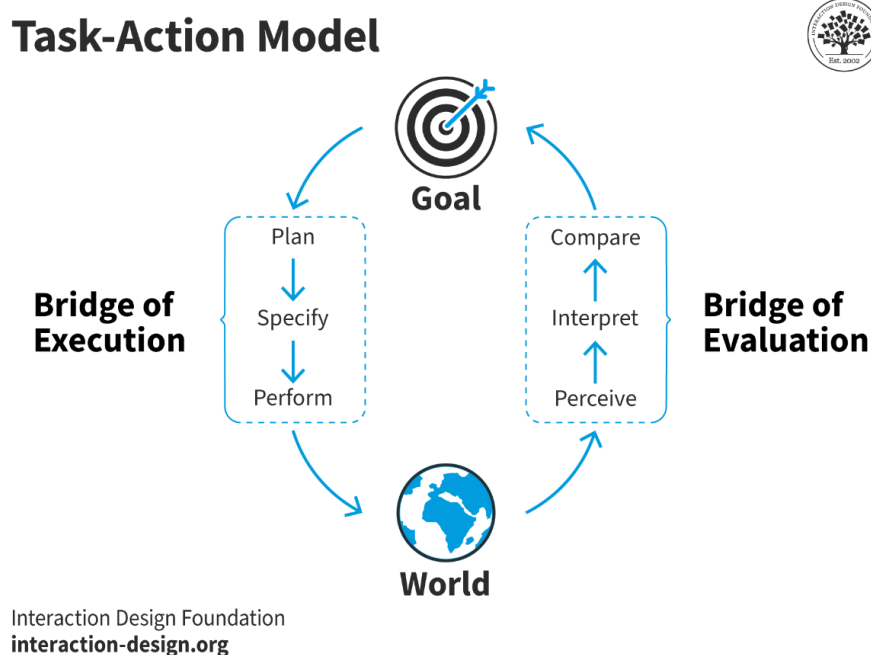


Figura 8 il modello compito azione di Norman⁶

Questo concetto è spiegato da Norman con "l'esempio della porta": se una porta per essere aperta può solo essere spinta, ma essa ha una maniglia a becco, che invita ad essere tirata, il design è contraddittorio.

⁶ <https://www.interaction-design.org/literature/article/your-gateway-to-ux-design-norman-doors>

Norman fornisce i concetti psicologici da seguire per realizzare un'interfaccia correttamente (Norman 1988):

1. *Discoverability*, deve essere possibile, osservando un oggetto, determinare in che stato l'utente si trova e quali azioni può compiere.
2. *Feedback*, l'utente deve ricevere un segnale di ritorno per le azioni che compie, per aver conferma che siano andate a buon fine.
3. *Conceptual Model*, l'utente possiede delle esperienze pregresse che utilizza come base per comprendere gli oggetti. Risulta importante realizzare un design che contenga tutte le informazioni necessarie per essere compreso, seguendo il modello mentale.
4. *Affordance*, l'invito all'uso dell'oggetto, ovvero il modo in cui l'oggetto comunica il modo corretto di manipolarlo.
5. *Signifier*, complementare dell'*affordance*, è il segnale che un'azione esiste e può essere compiuta.
6. *Mapping*, il layout spaziale tra controllo ed effetto deve corrispondere alla loro relazione.
7. *Constraint*, ovvero restringere le azioni solamente a quelle che producono un output desiderato dal designer.

I principi di Norman sono alla base della progettazione delle interfacce de Le Fabbriche del Gioco: gli stati di gioco sono separati e ben sottolineati, ad ogni azione dell'utente corrisponde un feedback sonoro o visivo che ne suggerisce la conseguenza, le interfacce utilizzate riprendono oggetti d'uso comune suggerendone l'invito all'uso e lo stesso vale per i giochi che riprendono dinamiche di gioco conosciute e integrate comunemente come modello mentale, le azioni da compiere sono suggerite da infografiche, il *mapping* fa combaciare spazialmente azione e conseguenza ed infine il codice di gioco impedisce tutte le azioni che possono produrre stati di gioco indesiderati.

2.4.4 Le interfacce tangibili e la loro applicazione museale

Già a partire dagli anni '60, erano nati degli esperimenti per rendere concreta e tangibile l'interazione uomo computer: ne è un esempio lo *Sketchpad*, in cui una penna ottica permetteva di disegnare su schermo degli elementi grafici o di modificarne di esistenti

(Sutherland 1963). Per la prima volta si inizia a vedere l'interazione con il computer centrandola sul corpo dell'utente. Ancora non si può parlare di interfacce tangibili, poiché nella visione di Ishii, "l'informazione digitale deve avere una controparte fisica manipolabile" (Ishii 2008), ma nello *sketchpad* le forme geometriche esistono solo nel compilatore.

La possibilità di tradurre qualsiasi tipo di movimento in un segnale ha anche una natura filosofica. Nel Trattato Generale di Semiotica, Umberto Eco sottolinea che qualsiasi oggetto e manipolazione di tale possa essere interpretato come un segno, utilizzando un esempio scherzoso: "se [...] anche la mela è un segno, certo la semiotica si occupa anche della cotognata" (Eco 1975). Seppur ironico, questo paragone sottolinea un problema che fino a quel momento aveva accomunato le interfacce per l'HCI: non esistono oggetti che naturalmente nascono come segno, eppure le interfacce erano limitate a tastiera e mouse, ovvero codici discreti e altamente formalizzati.

Nel design dell'interazione è presente un ragionamento analogo nel progetto di ricerca del MIT *Tangible Bit* del 1997 (Ishii 2008). In un momento storico in cui il progresso tecnologico aveva portato alla sempre maggiore scomparsa delle interfacce, Ishii e Brygg Ullmer coniano il termine *Tangible User Interface* (TUI) per indicare un'interfaccia utente in cui la persona interagisce con un oggetto fisico per fornire un input alla controparte digitale. Nel manifesto di *Tangible Bit* sono presentate anche le quattro caratteristiche, alla base delle interfacce (Ullmer e Ishii 2000):

1. Le rappresentazioni fisiche (rep-p) sono accoppiate al modello digitale (model), ovvero l'oggetto fisico rispecchia concretamente i dati digitali.
2. Gli oggetti fisici sono anche lo strumento di controllo (control), che avviene manipolandoli nello spazio.
3. Il modello fisico e quello digitale sono accoppiati bidirezionalmente, per cui la rappresentazione digitale (rep-d) ritorna dei feedback dovuti all'interazione fisica.
4. L'interfaccia fisica, totalmente o parzialmente, rispecchia lo stato in cui si trova la controparte digitale.

Questo modello definito MCRpd, ovvero *Model Control Representation physical digital*, è osservabile in Figura 9.

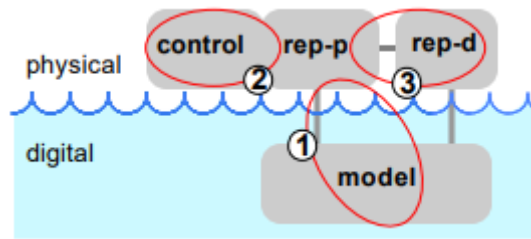


Figura 9: le caratteristiche delle interfacce tangibili (Ullmer e Ishii 2000)

Il vantaggio nell'utilizzo delle TUI è innanzitutto sul piano dell'esperienza utente, poiché è diretta tra la persona e l'oggetto esperito. Inoltre, l'*affordance* di questo tipo di interfacce è molto alta, poiché spesso rispecchiano elementi di uso quotidiano e di conseguenza non è necessario imparare ad usarle (Ishii 2008).

Nel XXI secolo le interfacce tangibili che mimano i movimenti reali del corpo umano, chiamate Interfacce Mimetiche (Juul 2010), hanno portato al fenomeno della Rivoluzione Casuale affrontato in 2.2.1. Per Juul, infatti, alla base dell'ampliamento del pubblico e del sempre maggior interessamento al videogioco, ci sono le nuove forme di interazione nate grazie alla Wii e a periferiche come gli strumenti musicali di "Guitar Hero". Questi strumenti riducono la distanza cognitiva e rendono l'esperienza comprensibile anche a chi non possiede conoscenze informatiche.

Anche Le Fabbriche del Gioco si avvale di interfacce tangibili: la croce da burattinaio che muove Pinocchio in *Legnozago* è un esempio di interfaccia mimetica, che permette all'utente di tradurre il movimento del suo polso in digitale; l'*affordance* della chiave a molla di *Lattasco* è elevata poiché si rifà ad un modello mentale diffuso in adulti e bambini; i bottoni di *Plastilate* sono sagomati per rispecchiare gli oggetti che rappresentano digitalmente. Questa progettualità riduce quindi la soglia di ingresso per utilizzare le installazioni, rendendole istantaneamente giocabili e favorendo l'apprendimento attivo che deriva dall'interazione.

3 Iter del progetto

Il presente capitolo analizza l'intera filiera produttiva che ha portato alla realizzazione del Museo, partendo dalle fasi che hanno permesso la definizione del concept, di seguito la fase di progettazione del museo e delle interfacce tangibili e per finire la produzione dell'*infinite runner* dedicato a Pinocchio.

La realtà Aurora Meccanica è descritta nella sezione 3.1 con particolare attenzione alla loro *mission*, alla composizione del gruppo, al *workflow* produttivo e al lavoro precedente svolto da ottobre a dicembre 2025 realizzato presso il Forte di Bard nell'ambito dell'installazione museale "Alpe dei Ragazzi".

Questa esperienza rappresenta un elemento cardine per il progetto de Le Fabbriche del Gioco. L'analisi dei feedback emersi dall' "Alpe dei Ragazzi, un museo interattivo nato per far imparare ai giovani la montagna e la sua storia, costituisce infatti la base per le scelte progettuali della presente tesi.

La sezione 3.2 introduce il contesto contenutistico alla base del museo, sottolineando il valore pedagogico del giocattolo come dispositivo educativo. Seguendo questi presupposti vengono analizzati i vincoli progettuali e le richieste iniziali, per arrivare al processo di ideazione della mediazione culturale.

La sezione 3.3 illustra la fase di *game design* dell'*endless runner* alla base dell'installazione di *Legnozago*. Sono illustrate le diverse proposte in fase progettuale, discutendone potenzialità e limiti, nonché le ragioni che hanno portato alla scelta della soluzione finale.

La sezione 3.4 affronta nel dettaglio la realizzazione del gioco, dividendo il processo in diversi momenti. La prima parte è dedicata alla produzione del modello 3D e alla sua implementazione tecnica; la seconda è incentrata sulla scrittura del codice e i suoi pattern architettonici. Completano il discorso una sezione dedicata alla sensoristica e al codice ad essa relativo, e un'ultima parte che riguarda il processo di prototipazione e *playtesting*, che ha accompagnato tutta la produzione.

3.5 si sofferma sulla fase di *building* del gioco, evidenziandone le criticità emerse e le soluzioni adottate per risolverle.

L'intero capitolo pone particolare attenzione alle accortezze necessarie a produrre un lavoro in un ambiente progettuale organico e transmediale come auroraMeccanica. La collaborazione tra reparti trasversali ha richiesto un'attenzione particolare alla rifattorizzabilità e alla modularità del videogioco e del suo codice, aspetti che vengono illustrati insieme alle scelte tecniche implementate.

Infine, il discorso fa uso, quando necessario, del paragone con “Alpe dei Ragazzi”, il progetto illustrato in 3.1.1, qualora le esperienze derivate dalla sua realizzazione abbiano contribuito ad orientare le scelte produttive de Le Fabbriche del Gioco.

3.1 La collaborazione con AuroraMeccanica

Il progetto de Le Fabbriche del Gioco nasce in collaborazione con la realtà torinese AuroraMeccanica, che dal 2014 si occupa di *interaction design* e musei interattivi. Lo studio è composto da un gruppo con competenze trasversali differenti, capace di seguire l'intero processo produttivo, dalla ricerca fonti alla progettazione, fino alla creazione e installazione del museo. Nel processo è sempre prestata particolare attenzione alla componente educativa e pedagogica, perseguite grazie all'uso dell'interattività, del game design, della polimedialità e della transmedialità.

AuroraMeccanica aveva collaborato in passato con la città di Omegna, per la realizzazione del Museo Rodari, dedicato all'omonimo scrittore, e del Moca, Museo Omegnese del Casalingo, che ripercorre la produzione di aziende come Bialetti, Girmi ed Alessi.

Questa continuità progettuale ha permesso di realizzare uno spazio che fosse coerente stilisticamente e narrativamente con la realtà museale omegnese.

Il comparto grafico è stato affidato allo Studio Grand Hotel, che ha lavorato a stretto contatto con il gruppo, per garantire la coerenza stilistica e ludica. La sinergia è stata garantita da una collaborazione duratura nel tempo, con il confronto e la disponibilità al cambiamento e al miglioramento da entrambe le parti.

Il progetto è stato svolto senza limiti progettuali e creativi, se non quelli fisici dovuti agli spazi e alle normative sulla sicurezza. Questo ha permesso alla ricerca di tesi di coprire sia l'ambito tecnico, con un focus sulla sensoristica e sul codice, sia il lato di design, da una parte ludico nella realizzazione del gioco, dall'altra interattivo nella creazione delle interfacce. In questa dimensione auroraMeccanica si è posta da supporto metodologico ed artistico, permettendo la risoluzione delle criticità emerse durante la produzione del gioco, ma anche un confronto formativo e consapevole.

3.1.1 Lo Zaino Perfetto: il primo contatto con le interfacce tangibili

Prima dell'inizio del progetto del Le Fabbriche del Gioco, la collaborazione con auroraMeccanica era già nata, per la realizzazione dell'installazione "Zaino Perfetto", inserita nel percorso "Alpe dei Ragazzi" presso il Forte di Bard. L'esperienza accumulata nella progettazione di tale gioco è servita da base tecnica e metodologica per la presente ricerca.

"Zaino Perfetto" è un'installazione interattiva che si inserisce all'interno di un percorso per far scoprire l'ambiente montano e le sue tradizioni ai più giovani. Il sistema si compone di quattro scenari, scelti casualmente, caratterizzati da uno specifico periodo dell'anno e da delle determinate condizioni metereologiche. L'utente è chiamato a scegliere 6 oggetti tra 20 statuine in legno dotate di sensori RFID; una volta posizionate, vengono visualizzate a schermo e lo zaino composto con gli oggetti viene valutato per coerenza rispetto allo scenario.

Poter seguire tutta la fase produttiva, dall'ideazione all'installazione, ha permesso di osservare la differenza tra il modello di interazione ipotizzato in fase di design e il comportamento reale dei visitatori.

La fase di *playtesting* insieme alla squadra di auroraMeccanica e alla sua esperienza, ha evidenziato modalità di gioco inattese e ha forzato bug grazie ad azioni non previste. Questo ha sottolineato l'importanza di non focalizzarsi sul proprio modello mentale, ma di procedere per immedesimazione con l'utente finale, ragionando eventualmente anche per estremi.

Le osservazioni sulle criticità e le buone pratiche emerse durante lo sviluppo di “Zaino Perfetto” sono state da subito integrate all’interno de Le Fabbriche del Gioco, gestendo attraverso l’uso di *feedback* e il design ludico l’*affordance* del gioco.

3.2 Le Fabbriche del Gioco di Omegna

3.2.1 Le tre fabbriche del giocattolo

Le Fabbriche del Gioco ha lo scopo di raccontare tre grandi industrie del giocattolo dell’omegnese.

La Cardini è stata per nove anni, dal 1921 al 1930, tra le prime e più innovative fabbriche del giocattolo italiano. Fondata da Ettore Cardini, ha lanciato sul mercato 13 modelli in latta litografata e piegata, per riprodurre veicoli come navi, tram, automobili, aerei e locomotive. Il materiale economico rendeva i giochi alla portata di tutti e questo, unito ad una campagna mirata sul Corriere dei Piccoli, donò grande popolarità alla fabbrica. Caratteristica principale dei prodotti Cardini erano le scatole, illustrate da Attilio Mussino, erano parte integrante del gioco in quanto, una volta aperte, completavano lo scenario ludico, come si può osservare in Figura 10. Nel museo, alla fabbrica è dedicato l’*exhibit* della città fittizia di *Lattasco*, in cui è data grande importanza all’originalità delle scatole giocabili.



Figura 10: la nave Saturnia di Cardini⁷

La città di *Plastilate* è dedicata all’azienda omegnese Nuova Faro, in attività dal 1945 al 2017. Nonostante nei primi trent’anni della sua storia abbia realizzato innumerevoli tipi di giocattoli, tra cui il registratore a bobina NF333 che rimane uno dei suoi prodotti più

⁷ <https://www.laportadivetro.com/post/storie-italiane-i-giocattoli-di-latta-cardini-di-omegna>

famosi, d'interesse per il museo è la produzione dagli anni '70 in poi. In quel periodo vengono riprodotti oggetti di uso quotidiano, come la mini-lavatrice, la mini-friggitrice, gli attrezzi e le stoviglie. Tutti questi prodotti erano realizzati in plastica presso-stampata per iniezione, grazie a 20 presse presenti in azienda. Numerose nel periodo di attività sono state le collaborazioni, a sottolinearne l'importanza e la presenza nel settore, come Sanrio, Walt Disney, Mattel e anche realtà italiane come DeLonghi e la compaesana Bialetti.

Il giocattolo su cui si basa *Plastilate* però è la prima cucina per bambini, realizzata nel 1985 insieme al designer tedesco Augenstein, visibile in Figura 11. Questo tipo di giochi, mimesi degli strumenti comuni nella vita adulta, è fondamentale per lo sviluppo cognitivo e pedagogico dei bambini, come spiegato in 3.2.2.



Figura 11: Cookie, la prima cucina giocattolo⁸

Per la città di *Legnozago* non esiste una fabbrica di riferimento, quanto piuttosto una tradizione sparsa in tutta la Val Strona. Tra il XIX e il XX secolo, la manodopera lignea della zona divenne tra le più rinomate in tutta Europa. Quando nel 1881 Collodi scrisse *Pinocchio*, il personaggio divenne da subito uno dei protagonisti della produzione artigianale. Poiché ben codificati e subito visivamente riconoscibili, per l'installazione dedicata a questi giocattoli è stata prestata particolare attenzione al modello, ricercando e utilizzando numerose reference come ad esempio Figura 12, ma anche alle texture dedicate, per trasmettere il più possibile la componente materica.

⁸ Museo FARO Giocattoli



Figura 12: pinocchio della Valle Strona⁹

3.2.2 Il ruolo del giocattolo nella vita dei bambini

Realizzare un museo che valorizzasse le industrie ludiche non è un processo facile, poiché il gioco non è un oggetto neutro né unicamente ricreativo: è uno spazio potenziale, transizionale che permette la prima forma di consapevolezza nel bambino.

Secondo Winnicott, il neonato attraversa uno stato di “onnipotenza soggettiva”, in cui percepisce tutto come una estensione di sé sotto il suo controllo. Il passaggio alla realtà oggettiva condivisa avviene in maniera graduale, in cui il giocattolo funge da mediatore, rendendo più assimilabile e graduale questo cambiamento: è il primo oggetto che l’infante percepisce come “non-se”, ovvero un elemento esterno che permette di avvicinare la dimensione interiore al mondo reale (Winnicott 1971).

Per Vygotskij l’infante ha una “Zona di Sviluppo Attuale” ovvero tutte le conoscenze ormai consolidate e depositate nel suo cervello. Le cose che non può ancora apprendere, nemmeno con uno stimolo esterno, invece, sono definite “Zona di Sviluppo Potenziale”. Tra le due è presente la “Zona di Sviluppo Prossimale”, osservabile in Figura 13, uno spazio dinamico in cui l’apprendimento avviene grazie a strumenti ed aiuti esterni. I giocattoli ricadono in questa zona: sono un motore di sviluppo per il bambino, poiché simulano situazioni adulte, consentendo di sperimentare in un ambiente controllato

⁹ <https://mastrogeppetto.net/categorie-catalogo/pinocchio/>

ruoli e comportamenti, seguendo regole che nella vita reale non riuscirebbe a rispettare (Vygotskij 1990). Quindi, un bambino manipola il giocattolo in funzione del significato, non dell'oggetto in sé e nel farlo apprende e cresce.

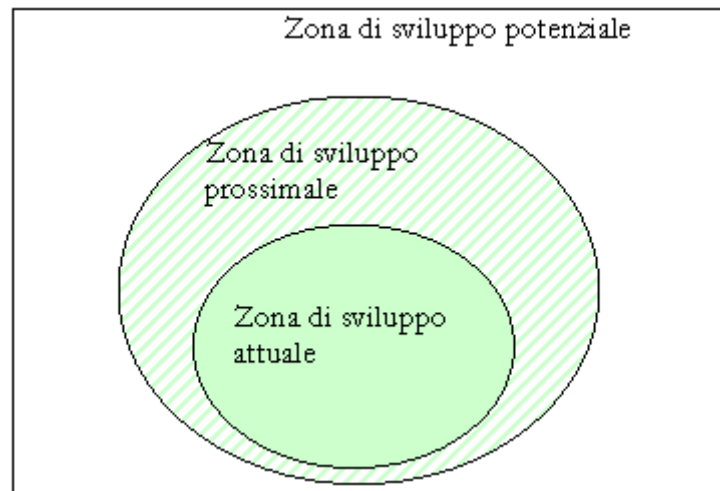


Figura 13: le zone di sviluppo¹⁰

Anche secondo Barthes i giochi non sono neutri, ma spesso forniscono una versione in miniatura del mondo che i bambini vivranno da adulti (Barthes 1957). In questa prospettiva armi finte, cucine per bambini, attrezzi di plastica e macchine sono un dispositivo che introduce i giovani alla realtà.

Nel progetto museale le tre installazioni valorizzano la dimensione transizionale e simbolica del giocattolo.

Pupazzi e marionette sono tra i primi giochi con cui i bambini sperimentano il controllo e la proiezione. La scelta di replicare realisticamente l'aspetto e i movimenti di Pinocchio punta a suscitare immediatamente la dimensione del ricordo nel visitatore. In questo, la dimensione materica del legno è fondamentale, in quanto essendo al tatto caloroso, si presenta in continuità con l'albero, rievocando una dimensione familiare è poetica che solidifica il rapporto tra oggetto e immaginazione (Barthes 1957).

¹⁰ https://it.wikipedia.org/wiki/Zona_di_sviluppo_prossimale

3.2.3 Gli spazi interattivi di Plastilate e Lattasco e Legnozago

Stabilito lo spazio espositivo, il lavoro si è focalizzato sull'allestimento degli *exhibit* dedicati alle tre industrie protagoniste del percorso museale. Poiché *Legnozago* ospita *l'infinite runner* approfondito in questa tesi, il processo creativo e le scelte tecniche sono descritte nel dettaglio in 3.4, mentre la fase di *build* 3.5.

3.2.3.1 *Plastilate*

Per lo spazio di *Plastilate*, dedicato a Nuova Faro, si è scelto di riprodurre in scala reale una cucina giocattolo, ispirata al modello “Cookie”, Figura 11, che ha segnato la fortuna commerciale dell'azienda omegnese. L'obiettivo era quello di suscitare negli adulti un ricordo infantile riconoscibile e di sottolineare la varietà di giocattoli prodotta dall'azienda.

La componente digitale è integrata all'interno della struttura fisica: lo schermo è posto al centro dell'installazione, dove sostituisce il vetro del forno.

L'ambiente è completato da due elementi scenografici: un frigorifero sulla sinistra e una dispensa sulla destra. I rispettivi ripiani ospitano figure sagomate in plexiglass colorato e semitrasparente, che riproducono utensili e attrezzi che caratterizzavano il catalogo di Nuova Faro. Sono questi oggetti le interfacce tangibili dell'installazione: per interagire è necessario sceglierne uno in ciascuno dei due lati e una volta premuti, appaiono a schermo, fondendosi per realizzare un “Arcimboldo” digitale, visibile in Figura 14. L'esperienza ha l'obiettivo di far vivere al visitatore i piatti fantasiosi che un bambino sognerebbe di cucinare.

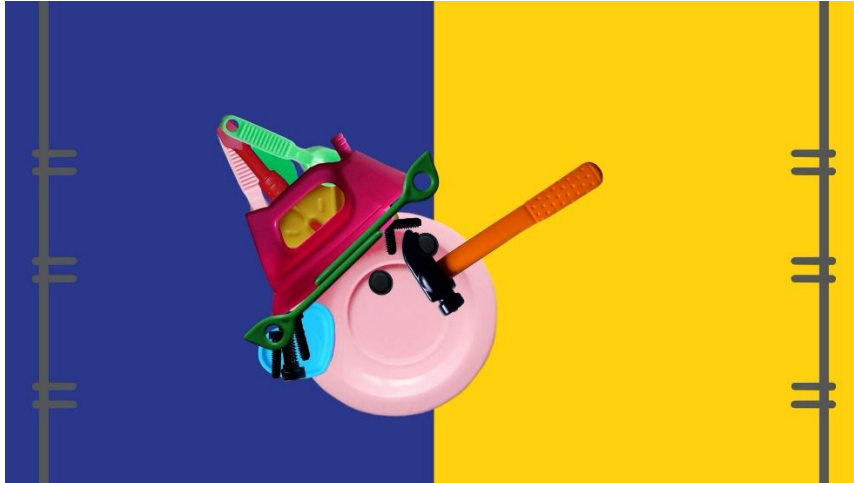


Figura 14: L'Arcimboldo Pinocchio generato selezionando martello e ferro da stiro

Dal punto di vista tecnico, l'interfaccia è stata implementata mediante dei bottoni collocati alle spalle dei sagomati in plexiglass, collegati a un controller generico, un "PhidgetInterfaceKit 8/8/8", che traduce l'input analogico all'output digitale. Il segnale quando arriva attiva il video corrispondente alla combinazione premuta.

3.2.3.2 Lattasco

Per l'area *Lattasco*, dedicata a Cardini, era importante valorizzare il gioco di latta e le sue scatole illustrate, elementi distintivi del marchio. Il lavoro preliminare ha richiesto la ricerca di un collezionista in possesso dei 13 modelli originali, successivamente fotografati e utilizzati per l'animazione in stop motion.

L'installazione è composta da una scenografia in legno che riproduce la facciata di una fabbrica, le cui finestre lasciano intravedere il monitor all'interno. Sullo schermo è rappresentato un nastro trasportatore animato, lungo il quale scorrono scatole chiuse in stile cut-out.

L'utente per interagire con l'exhibit può ruotare una chiave a molla presente alla base dell'installazione. L'esperienza si compone di due fasi: durante la prima, ruotando la chiave si apre la scatola, se la chiave si lascia andare troppo presto, il meccanismo, ruotando nel senso opposto la chiuderà nuovamente. La seconda parte inizia raggiunto il punto di ancoraggio, dopo il quale il movimento della chiave diventa ininfluente e parte un'animazione in stop-motion che presenta un mondo composto dalle scatole e dai giocattoli Cardini. L'obiettivo progettuale era quello di trasmettere la dinamicità degli

oggetti a carica manuale e di sottolineare le possibilità creative offerte dalle scatole illustrate.

Dal punto di vista tecnico, la rotazione della chiave è trasmessa, attraverso un giunto stampato in 3D, a un albero di acciaio collegato a un encoder rotativo. I gradi di rotazione sono così correlati all'avanzamento in fotogrammi dell'animazione nel video. Particolare attenzione nell'interfaccia è stata posta a controllare il movimento, per assicurare che il numero di giri della chiave non possa sfiorare quello programmato. Infine, il meccanismo stampato in 3D ha richiesto numerosi accorgimenti tecnici, affinché a seguito dell'usura del tempo si evitasse di far girare a vuoto la chiave.

3.2.3.3 *Legnozago*

Lo spazio espositivo dedicato al Pinocchio della Valle Strona costituisce il primo spazio interattivo che il visitatore incontra seguendo le caselle numerate all'interno del museo.

L'installazione è scenografata con dei pannelli in legno, che riproducono un teatrino delle marionette, le cui tende incorniciano un monitor 4K ruotato verticalmente. La scelta mira a sottolineare la natura di burattino artigianale del personaggio e a localizzarlo nella fase della storia in cui appartiene a Mangiafuoco.

L'obiettivo progettuale era quello di realizzare un gioco senza testo, accompagnato solo da suoni e feedback visivi, che potesse guidare il visitatore attraverso l'iconografia di Pinocchio, senza incappare in problemi di traduzione.

L'interazione avviene attraverso una croce da burattinaio, mediante la quale l'utente manovra la marionetta all'interno di un *infinite runner*. Gli ostacoli da schivare durante il gioco raffigurano personaggi della storia di Collodi ed elementi ferroviari, per riprendere lo spazio espositivo e il treno che porta alle tre città fittizie.

Il gioco prevede due possibili esiti: colpendo tre volte un ostacolo l'utente perde la partita, mentre il raggiungimento del traguardo comporta la vittoria.

3.3 Game design e ideazione

3.3.1 Da dove nasce l'idea: dallo smartphone al museo

L'infinite runner che compone il gioco dedicato a *Legnozago* è il punto di arrivo di un complesso e approfondito studio di game design. L'obiettivo dell'esperienza è quello di realizzare un gioco che riesca a trasmettere l'iconografia di Pinocchio e, allo stesso tempo, riesca a ricostruire le sensazioni che si provano durante l'infanzia nel giocare con il burattino, inclusa la componente materica.

Dal punto di vista stilistico il gioco segue le caratteristiche che accomunano l'intero museo: le grafiche sono semplici realizzate con colori pieni e privi di sfumature. L'unico elemento fotorealistico è il burattino stesso, per valorizzare il giocattolo, così come è stato fatto per *Lattasco* e *Plastilate*, e distinguerlo dagli elementi scenografici.

Per quanto riguarda la produzione del gioco, il vincolo progettuale più rilevante era il formato d'aspetto dello schermo. L'installazione utilizza un monitor disposto in verticale, questo limita fortemente l'uso di reference videoludiche 2D, utili dal punto di vista stilistico, che però hanno uno sviluppo dello spazio di gioco orizzontale.

La prima ipotesi progettuale prevedeva la realizzazione di un'avventura grafica narrativa. L'utente avrebbe dovuto rispondere a una serie di domande: se avesse detto il vero l'avventura sarebbe proseguita, in caso di menzogna il giocatore avrebbe perso una vita, subito una penitenza e al personaggio di Pinocchio sarebbe cresciuto il naso. L'obiettivo del gioco sarebbe stato quello di arrivare a fine partita senza esaurire le bugie a disposizione.

Tale proposta presentava però diverse problematiche progettuali. L'interfaccia inizialmente ipotizzata prevedeva l'utilizzo di un microfono attraverso il quale l'utente avrebbe potuto rispondere alle domande. Una simile soluzione avrebbe previsto l'implementazione di un sistema di dettatura del testo e di interpretazione semantica della frase. L'unico modo per poter realizzare una funzionalità simile era utilizzare un *Large Language Model* capace di comprendere gli input forniti dall'utente.

La soluzione è stata successivamente scartata a favore dell'utilizzo di una meccanica di scelta multipla, accoppiata a un'interfaccia in grado di fornire al codice una serie discreta di input. In questa direzione rimaneva comunque il problema di discernere verità e bugia. Per rendere possibile tale meccanica era necessario inserire delle domande ovvie, alle quali solo un bambino avrebbe potuto mentire e pagarne la penitenza.

Un'altra criticità emersa era la dinamica dei malus. Le eventuali penalità dovevano essere divertenti e infantili, rimanendo al tempo stesso in linea con le norme di sicurezza e non interferire con il percorso museale del giocatore o degli altri visitatori.

Scartata la possibilità di un gioco basato sulla coppia bugia e verità, l'attenzione si è spostata sull'elemento burattino. Le pose assumibili da una marionetta snodabile sono infatti potenzialmente infinite e altamente personalizzabili. All'utente sarebbe stato richiesto mettere in posizione la marionetta virtuale per mimare una posa mostrata a schermo.

Questa soluzione presentava diversi vantaggi: il game design era una declinazione digitale dell'esperienza fisica del giocare con una marionetta, traducendone completamente l'essenza. Inoltre, per valorizzare l'iconico elemento del naso di Pinocchio, era stato ipotizzato di poterne modificare le dimensioni attraverso i comandi, integrandolo nella realizzazione della posizione.

Il motivo per cui questa proposta non è stata implementata è nel complesso sistema di input necessario per giocare. Rendere manovrabile tutti i punti di giunzione della marionetta, ciascuno con i propri gradi di libertà, avrebbe richiesto un'articolata interfaccia poco immediata. Una simile soluzione avrebbe ridotto l'*affordance* del gioco, rendendolo poco adatto a un'esperienza intuitiva come quella di una installazione museale.

A seguito di queste limitazioni, la ricerca di reference è stata riorientata verso i giochi *mobile*, per due motivi: questo tipo di esperienze è figlio della rivoluzione casuale, affrontata in 2.2.1, ed è quindi caratterizzato dall'immediatezza e dalla facilità d'uso; inoltre, molti giochi nascono nativamente in formato *portrait* ed hanno quindi *game design* che percepisce il verticale come una dinamica di gioco e non come un ostacolo.

Tra i diversi generi, l'*infinite runner* è risultato il più adatto al contesto dell'installazione. Il vantaggio principale di questo tipo di gioco è che si basa su una meccanica semplice ed immediata: il personaggio avanza automaticamente lungo il percorso e all'utente è affidato il compito di schivare degli ostacoli che appaiono a schermo. Il riferimento principale è stato il videogioco danese *Subway Surfer*, questo perché l'azione è organizzata sull'asse verticale di gioco, a differenza di altri *endless runner* come *Jetpack Joyride* che si sviluppa orizzontalmente o *Temple Run* che ha un'organizzazione tridimensionale.

La struttura si è dimostrata inoltre particolarmente adatta ad implementare al suo interno gli elementi iconografici della storia di Pinocchio. Mangiafuoco funge da nemico principale, che insegue il giocatore e viene percepito soltanto attraverso l'ombra e la risata, rendendolo spaventoso e sproporzionatamente grande rispetto al burattino. Gli ostacoli presenti nel percorso invece richiamano personaggi della storia di Collodi, come il pesceccane o i carabinieri, elementi relativi al paese dei balocchi e all'ambiente circense insieme a grafiche del mondo ferroviario, per riprendere il *leitmotiv* alla base del percorso museale.

3.3.2 Game design e progettazione

Una volta stabilito il genere del gioco, il progetto è entrato nella fase di *game design*. Dall'esperienza maturata con "Alpe dei Ragazzi" era emerso che i bambini non richiedono un'esperienza di lunga durata e inoltre, spesso tendono a giocare una volta soltanto. Queste osservazioni hanno orientato la progettazione su partite brevi, con un *gameplay* immediato e un'*affordance* ridotta, e che avessero meno tempi morti possibili, catapultando subito il giocatore nell'azione.

La struttura del videogioco è articolata in tre fasi:

1. Un loop di attesa, in cui Pinocchio rimane in idle fino al che il giocatore non interagisce con l'interfaccia.
2. La fase di gioco, con un breve tutorial di 15 secondi, durante i quali non vengono generati ostacoli e in cui l'utente può prendere dimestichezza con i comandi.

Successivamente parte la fase principale di 45 secondi, in cui si deve muovere Pinocchio a destra e sinistra per evitare gli oggetti.

3. Una loop bloccante, si attiva al termine della partita, sia vincendo che perdendo e impedisce di giocare una nuova partita a meno che l'interfaccia non venga ripristinata allo stato iniziale. Questa scelta deriva dall'osservazione del comportamento dei giocatori durante "Zaino Perfetto", in cui molti utenti lasciavano gli oggetti sulla plancia di gioco e proseguivano con la visita.

Successivamente sono stati definiti i due possibili esiti di gioco: vittoria e sconfitta. Per vincere l'utente deve tagliare il traguardo finale, in tal caso Pinocchio riuscirà a prendere il treno e a scappare da Mangiafuoco. Per la vittoria non sono stati previsti sistemi premiali o classifiche basate sul punteggio, poiché la brevità dell'esperienza e la tendenza a giocare una volta sola ne avrebbero annullato il senso.

Il sistema di sconfitta si discosta dagli schemi tipici degli *endless runner*: solitamente la partita termina al primo impatto con un ostacolo, ma soluzione non era compatibile con la necessità di un gioco semplice e completabile da tutti. Per questo motivo la scelta si è orientata su un sistema di tre vite, per dare all'utente due tentativi di errore prima della sconfitta definitiva.

La dinamica di gioco prevede un sistema a tre corsie, in cui gli spazi intermedi possono essere percorsi, ma in cui Pinocchio non può sostare. Questa scelta, consolidata dopo l'analisi sull'interfaccia, discussa in 3.4.3, semplifica l'esperienza e limita gli input a tre stati principali: destra, sinistra e centro.

Infine, per mantenere il gioco privo di testi, evitando così problemi legati alle traduzioni, è stato previsto un ricco uso di feedback. L'impatto con gli oggetti, inizialmente poco percepito in fase di *testing*, è stato sottolineato in diversi modi: la ricomparsa dell'ombra di mangiafuoco e la sua risata per aumentare la tensione, una scossa alla camera virtuale del gioco, illustrata nel dettaglio in 3.4.2.6, ma anche un *impact frame* animato che si sovrappone a Pinocchio. Inoltre, il suono scandisce anche le diverse fasi di gioco: il loop iniziale termina con la risata di Mangiafuoco e anche la vittoria e la sconfitta hanno ciascuna una loro musica dedicata.

L'obiettivo centrale durante la fase di *game design* è stato quello di creare un'esperienza di gioco coinvolgente, in grado di favorire l'ingresso dell'utente nella fase di *flow* (Csikszentmihalyi 1990), ovvero uno stato di completo assorbimento mentale in cui il giocatore perde il senso del tempo e della consapevolezza di sé, per unicamente sugli obiettivi ludici.

Per fare sì che l'utente entri in questo stato, è necessario rispettare i seguenti parametri nel design del gioco:

- Fornire una ricompensa immediata, che gratifica il giocatore per i suoi sforzi, come la musica che parte alla vittoria e l'effetto visivo dei coriandoli.
- Obiettivi chiari, che fanno comprendere fin da subito cosa è necessario fare, per cui l'arco della vittoria è visibile appena si entra nella fase di *game* e si avvicina man mano che si prosegue nel gioco.
- Feedback immediati, sonori e visivi che permettono di percepire le conseguenze delle proprie azioni, rafforzando il senso di controllo.
- Equilibrio nella difficoltà, perché se troppo difficile il gioco genera frustrazione, al contrario noia, come osservabile in Figura 15, per questo motivo il sistema di *spawning* degli ostacoli è pseudo casuale e calibrato per rendere il gioco vincibile senza perdere la componente di sfida.

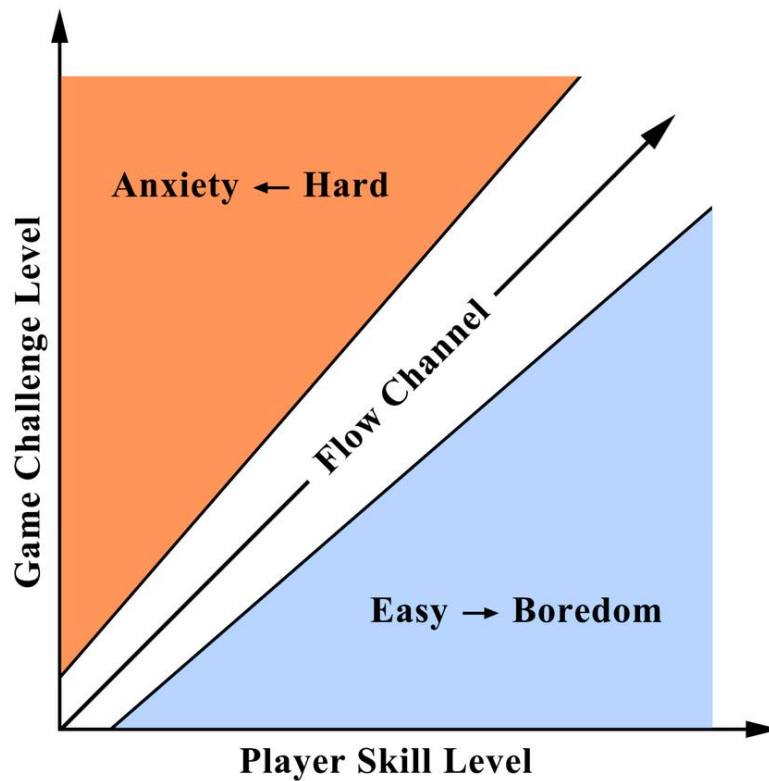


Figura 15: lo stato di flow¹¹

Questi parametri hanno guidato tutte le scelte presentate all'interno del capitolo, dalle corse alla durata delle partite, fino al largo uso di feedback, per creare un'esperienza gratificante e coerente con il target individuato.

3.3.3 L'interfaccia Grafica

Il gioco utilizza la componente grafica per compensare la necessità di non utilizzare testi scritti nella progettazione dell'esperienza. Questo è il motivo per cui la comunicazione del numero di vite a disposizione, così come le istruzioni per manipolare il controller appaiono a schermo sotto forma di infografica.

3.3.3.1 Le vite

La prima soluzione per rappresentare le vite a disposizione dell'utente prevedeva l'utilizzo di un'icona di Pinocchio, raffigurato di profilo, in Figura 16. In questa idea il naso avrebbe

¹¹ <https://www.researchgate.net/journal/Applied-Sciences>

assunto il ruolo di barra della vita, accorciandosi progressivamente a ogni errore per raggiungere i tre stadi possibili, corrispondenti alle 3 vite disponibili.

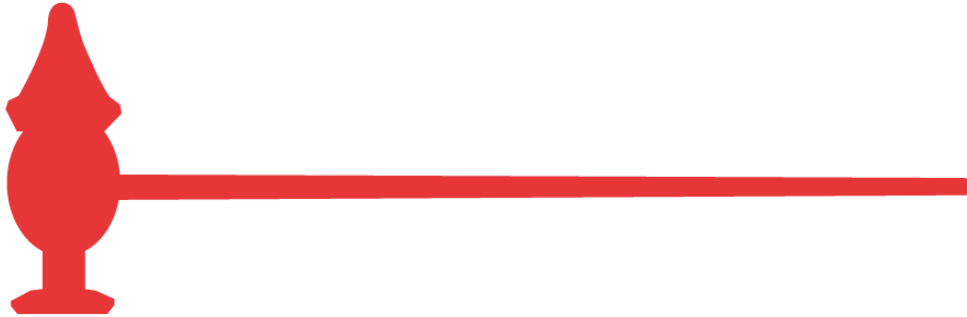


Figura 16: l'icona della vita di pinocchio, completamente piena

Seppur questa soluzione fosse personalizzata e coerente con l'immaginario del personaggio di Collodi, è stata scartata a favore di un sistema più immediato e facilmente riconoscibile.

Nella versione attuale del gioco, le vite sono rappresentate come tre cuori in pixel art, su sfondo nero, per generare contrasto con la scena. Quando il giocatore impatta con un ostacolo, uno dei due cuori si rompe e viene sostituito con la sua controparte grigia spezzata, in Figura 17.

Questa interfaccia utente è stata posizionata nella parte in alto a destra dello schermo, per non interferire con l'interfaccia di gioco ed al contempo non essere coperta dal sipario in legno che compone la scenografia.



Figura 17: le tre fasi della rottura del cuore

3.3.3.2 Tutorial di movimento

Il processo di analisi del gioco e di studio dell'interfaccia, descritto nel dettaglio nella sezione 3.4.3, ha portato alla decisione di utilizzare una croce da burattinaio per manovrare Pinocchio all'interno del gioco.

L'input dell'interfaccia viene rilevato nei tre momenti distinti dell'esperienza interattiva. Poiché in ciascuna delle fasi viene rilevato un movimento diverso, si è reso necessario comunicare all'utente, attraverso le infografiche, come manovrare correttamente il controller.

Durante la fase di loop iniziale, il giocatore deve sollevare la croce dal suo stato di quiete per cominciare una nuova partita. Nel corso del gioco il controller deve essere inclinato a destra e a sinistra. Infine, nella loop bloccante, il giocatore deve riposizionare la croce nel suo stato di riposo, affinché si possa tornare al momento di loop iniziale.

Per comunicare queste tre azioni, fondamentali per poter interagire con l'*infinite runner*, sono state realizzate tre grafiche contestuali che guidano il giocatore nelle diverse fasi di gioco:

- Loop iniziale, viene fatta apparire e mostrata una animazione che suggerisce all'utente di sollevare il telecomando, rimane a schermo fino al compimento dell'azione, Figura 18.

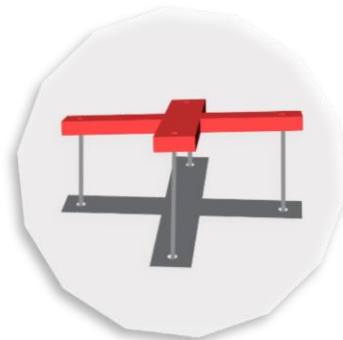


Figura 18: fase di loop iniziale

- Fase di Tutorial, durante i primi quindici secondi di gioco compare una grafica che indica di inclinare il telecomando verso destra e verso sinistra per muovere pinocchio tra le corsie. L'animazione scompare alla fine del tempo, Figura 19.

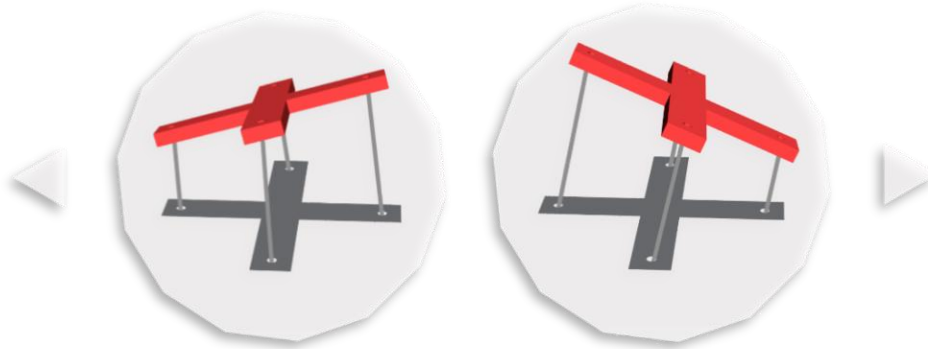


Figura 19: due fotogrammi della fase di tutorial

- Loop bloccante, viene mostrata una grafica con un movimento inverso a quella iniziale, che suggerisce di poggiare il controller per riportarlo nel suo stato di quiete, Figura 20.

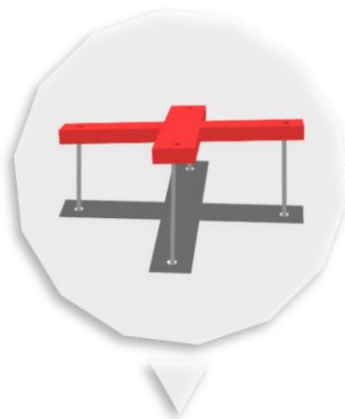


Figura 20: fase di loop bloccante

3.3.3.3 Le transizioni

I momenti di loop iniziale e di gioco sono all'interno della stessa scena Godot, denominata game. Per questo motivo non è stato necessario mascherare il passaggio tra le due fasi: la transizione avviene in *real time*, poiché tutti gli asset di gioco, seppur

inizialmente nascosti, sono già caricati nel momento in cui il giocatore entra nella fase di loop.

Il discorso è differente per il passaggio dalla scena game alla loop bloccante e viceversa. In questo caso, trattandosi di due scene diverse, cambiano sia la camera virtuale sia gli asset caricati. Inoltre, nella loop bloccante non è presente Pinocchio, che invece compare nella loop iniziale; di conseguenza si è reso necessario utilizzare una transizione in grado di oscurare completamente lo schermo durante il cambio scena.

La scelta è stata quella di utilizzare la tenda del teatro, già presente all'interno della loop iniziale come elemento grafico. Questa è stata semplicemente estesa e animata per alzarsi o chiudersi e mascherare così la transizione, come mostrato in Figura 21. Contemporaneamente alla comparsa della tenda, appare anche il pavimento giallo su cui si poggia pinocchio nel loop iniziale.



Figura 21: come appare la tenda chiusa durante la fase di Loop Bloccante

Per enfatizzare ulteriormente il momento della sconfitta, prima della calata della tenda la scena si conclude con una transizione a cerchio che chiude sulla faccia di Pinocchio. L'inquadratura sosta cinque secondi sul dettaglio prima di dissolversi completamente a

nero. Successivamente il gioco prosegue con la chiusura della tenda. Poiché la dissolvenza a nero è uno shader programmato, è trattata in 3.4.2.8.

In questo modo, sebbene dalle osservazioni emerga la tendenza a giocare una sola partita, il reset della sessione e il suo cambio scena risultano più organici, evitando di interrompere il *flow* per gli osservatori.

3.4 Implementazione tecnica

Questo capitolo descrive il processo di implementazione dell'esperienza interattiva dedicata al Pinocchio della Valle Strona e situata nell'installazione di *Legnozago*, soffermandosi sull'intero processo produttivo e sulle varie componenti che hanno contribuito alla realizzazione del gioco.

La produzione dell'*endless runner* è proseguita contemporaneamente su tre binari paralleli.

Il primo è il lavoro di Studio Grand Hotel che si è occupato della componente visiva delle figure che compongono la scenografia del gioco, tra cui le immagini degli ostacoli e degli elementi ambientali.

Il secondo processo, illustrato nel dettaglio in 3.4.1, è stato la realizzazione del modello tridimensionale di pinocchio utilizzato all'interno del gioco. In questa sezione viene analizzata l'intera filiera produttiva: dalla modellazione 3D realizzata in Blender, fino alle ottimizzazioni successive necessarie per rendere il modello *game ready*.

Parallelamente alla produzione del modello è avvenuta la scrittura del codice, trattata nella sezione 3.4.2. In questo ambito si è rivelata fondamentale l'esperienza dello "Zaino Perfetto", dalla quale sono stati ricavati diversi accorgimenti metodologici e architettonici per lavorare in un progetto in continua evoluzione, caratteristica tipica di un gruppo transmediale come AuroraMeccanica.

L'implementazione della sensoristica e della corrispondente interfaccia tangibile, trattata in 3.4.3, si colloca in una fase intermedia del processo produttivo, quando il progetto aveva raggiunto una versione meccanicamente semi definitiva.

Infine, la fase di playtesting e prototipazione, descritta in 3.4.4, non è localizzabile in un singolo momento della fase progettuale: ha accompagnato l'intero sviluppo del processo, contribuendo progressivamente alla sua ottimizzazione.

3.4.1 Modellazione 3D: l'artigianato digitale

Nell'idea progettuale iniziale il Pinocchio protagonista del gioco avrebbe dovuto essere fotografato e animato in stop motion, come accade per gli altri giocattoli protagonisti delle corrispettive installazioni all'interno del museo. Se dal punto di vista stilistico la scelta si poneva in continuità con il resto dell'esposizione, dal punto di vista tecnico faceva emergere diverse criticità.

La realizzazione un'animazione bidimensionale in animazione passo uno vincola infatti il progetto ad una sola inquadratura e rende necessario fotografare nuovamente il personaggio qualora non piacesse la posizione di camera o l'apertura focale. Lo stesso problema si presenta anche per i movimenti del burattino: se il *timing* delle azioni risulta eccessivamente lento o troppo veloce o se ancora si volessero aggiungere delle animazioni secondarie, sarebbe obbligatorio rigirare il tutto per sistemare la scena.

Un'ulteriore criticità riguarda il materiale lucido del burattino. Riprendere un oggetto di questo tipo avrebbe generato dei riflessi difficili da controllare, obbligando a far combaciare le luci di ripresa con quelle diegetiche del videogioco.

Per i motivi elencati la scelta progettuale è ricaduta sulla realizzazione di un modello tridimensionale Pinocchio, realizzato con Blender. In questo modo è stata garantita la flessibilità nella realizzazione del gioco.

3.4.1.1 Osservazione delle reference

Il processo di modellazione di Pinocchio è partito dall'osservazione delle reference disponibili, visibili in Figura 22, Figura 23, Figura 24.

Nell'analisi è stato seguito un approccio simile al *reverse engineering*: partendo dal burattino finito si è ricostruito un ipotetico processo produttivo che ne ha evidenziato le caratteristiche principali.

Nonostante le numerose varianti, le diverse marionette hanno alcuni elementi ricorrenti e caratteristiche codificate. In primo luogo, l'abbigliamento: un'uniforme da scolaro composta da un cappello, una giubba a maniche corte con il colletto e dei pantaloncini.

Questo dettaglio è importante sia per il processo di *texturing* e *uv mapping*, ma anche per decidere cosa sia necessario modellare.

L'osservazione dei giocattoli evidenzia inoltre come le geometrie siano strettamente legate al processo artigianale di lavorazione del legno. Arti, busto e testa risultano evidentemente figli di un processo di tornitura, dalla quale derivano principalmente forme cilindriche e coniche. Inoltre, fatta esclusione per le spalle, tutte le terminazioni dei pezzi sono dritte, ed anche il colletto risulta aggiunto al cilindro che compone il busto.

Un altro elemento ricorrente sono le proporzioni del personaggio. Il cappello risulta spesso caricaturalmente più piccolo della testa, le mani arrivano generalmente all'altezza delle tasche dei pantaloncini. I piedi, piatti alla base, sono sproporzionati rispetto al corpo per sottolineare l'estetica del burattino.

Il naso rappresenta l'elemento più variabile tra un modello e l'altro. In alcuni casi è costituito da un singolo tronco di cono, mentre in altri è composto da un cilindro che ha poi un cono in chiusura. Anche le dimensioni variano notevolmente tra un Pinocchio ed un altro.

Ulteriori osservazioni sulle caratteristiche delle reference sono presentate nella sezione dedicata al lavoro che hanno contribuito ad influenzare.



Figura 22: reference che ha influenzato l'acconciatura e i piedi del modello



Figura 23: reference che ha influenzato la pittura di occhi, bocca e guance



Figura 24: reference che ha influenzato forma degli arti, forma del naso e proporzioni

3.4.1.2 Hard Surface Modelling

Le forme geometriche semplici e circolari hanno reso la modellazione della marionetta un processo relativamente lineare.

Le gambe sono state realizzate a partire da un cilindro, scalando la faccia inferiore per trasformarlo in un tronco di cono, procedimento con cui è stato realizzato anche il naso. Successivamente per realizzare lo scasso presente sulla gamba è stato scalato l'*edge loop* all'altezza della fine del pantaloncino.

Inizialmente l'attaccatura dell'anca era piatta; tuttavia, durante la fase di *testing* risultava visivamente sconnessa dal corpo ed è stata per questo aggiunta una semisfera per fare da perno.

Il busto è stato modellato partendo da un cilindro, ridimensionando alcuni degli *edge loop* in corrispondenza della vita per ottenere la forma desiderata. Il colletto è stato aggiunto in seguito ed è stato realizzato scalando una sfera sull'asse Y locale. Attraverso il *proportional editing* sono stati realizzati sia la base piatta sia l'attaccatura del collo.

Il cappello è stato costruito inserendo sulla faccia superiore di un cilindro una serie di cerchi concentrici. In seguito, mediante il *proportional editing*, è stato possibile ottenere la forma caratteristica del copricapo.

Le braccia partono dalla sfera che costituisce la spalla, alla quale è stata rimossa la base per poi estrarre la manica e di seguito il braccio. La parte più complessa della modellazione ha riguardato la forma della mano, ottenuta per rotazione e scalamento della faccia di base del cilindro che compone l'avambraccio.

Anche la testa segue un processo simile a quello della spalla: è composta da una sfera scalata sulla sua Y locale, alla quale sono rimosse la parte superiore e quella inferiore; da quest'ultimo successivamente è stato estruso il collo.

Infine, i piedi sono realizzati a partire da una semisfera, opportunamente scalata per ottenere la forma desiderata.

Successivamente, è stato applicato un *Subdivision Surface Modifier* per ottenere superfici più morbide e curve più accentuate. L'applicazione del modificatore ha richiesto l'utilizzo di alcuni *edge loop* di supporto per mantenere definite le superfici piane.

Il modello così realizzato contava all'incirca 100.000 vertici, visibili in Figura 25, a causa delle numerose curve che lo compongono. Per rendere il burattino adatto all'utilizzo all'interno di un videogioco, è stata quindi eseguita una fase di *retopology*, che ha ridotto il numero di facce e approssimato le forme principali. Questo processo ha portato il numero di vertici al di sotto dei 10.000, come è osservabile in Figura 26, valore più accettabile per un progetto realizzato su *Godot*.

Una volta realizzato il processo di *retopology* dei singoli elementi, è stato applicato un *Mirror Modifer* per duplicare gamba, piede e braccio sul lato opposto del corpo.

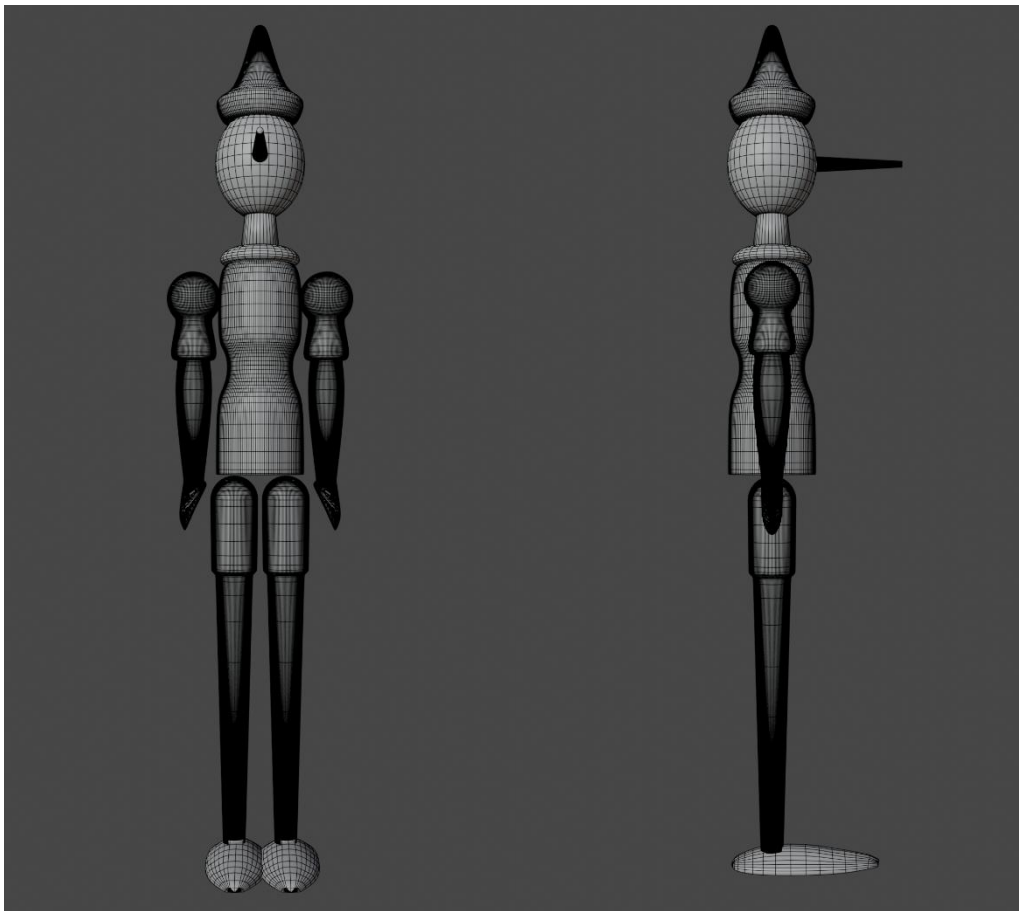


Figura 25: il modello high poly¹²

¹² Durante la fase di produzione era presente un solo arto per tipologia. La duplicazione è avvenuta per realizzare le foto illustrative per la presente tesi

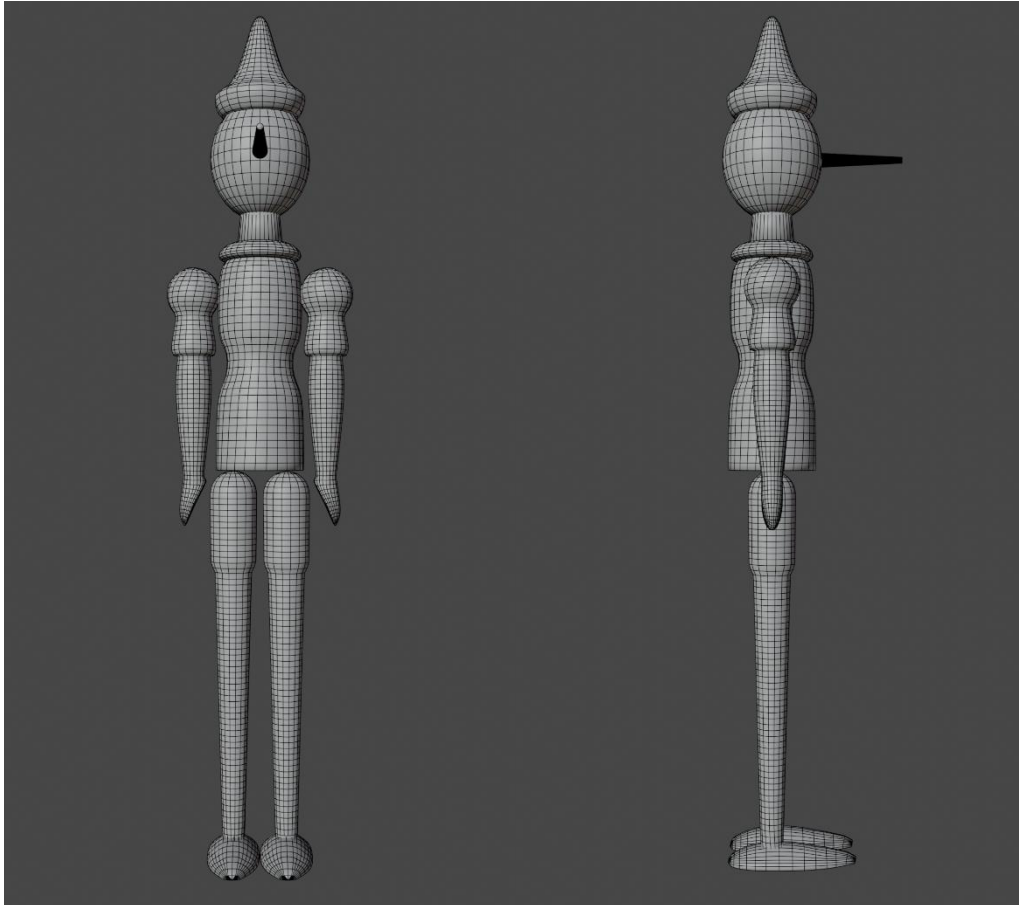


Figura 26: il modello low poly

Le informazioni del modello ad alta densità di poligoni sono poi state recuperate attraverso il processo di *baking* delle mappe di normali, illustrato in 3.4.1.4.

3.4.1.3 Uv mapping

La fase di texturing è iniziata con la mappatura delle coordinate UV sul modello *High Poly*. Il fatto che il burattino di Pinocchio reale fosse dipinto a mano e ricavato da forme geometriche semplici ha contribuito a velocizzare il processo.

L'UV mapping consiste nella proiezione di elemento tridimensionale su un piano bidimensionale, per permettere l'applicazione della texture. Per farlo il modello viene suddiviso lungo specifiche linee di taglio, chiamate *seam*, la cui posizione determina le forme che vengono proiettate sul piano UV. Le superfici così ottenute prendono il nome di isole UV, ciascuna di esse rappresenta una porzione della geometria 3D e può essere opportunamente scalata, spostata o ruotata per influenzare la proiezione della texture sull'oggetto-

Per gli elementi che nella realtà sono verniciati, come il cappello, il busto, le maniche, il colletto ed i pantaloncini, è stato possibile ragionare sul processo di pittura reale. La realizzazione di una mappatura UV corretta permette di distribuire e orientare la texture delle pennellate, contribuendo alla resa fotorealistica del modello.

Tutti gli elementi assimilabili a cilindri o tronchi di cono, quindi la testa, il naso, il torso, il cappello e la gamba, presentano un *seam* lungo il perimetro delle basi delle basi e uno trasversale che le collega, per permettere la corretta apertura della superficie. Nella gamba poi sono presenti altri due *seam* per realizzare lo scasso del pantaloncino e uno per la base della sfera del femore. Il cappello, avendo una forma bombata, ha un ulteriore *seam* alla fine del tronco di cono della visiera.

Il braccio segue una logica simile: un *seam* alla base della sfera, due per i cerchi concentrici della manica, uno per il polso e uno per il palmo della mano. L'intero arto è poi tagliato da un unico *seam* trasversale.

Infine, il piede ha un *seam* lungo la pianta e un semplice taglio trasversale per permetterne la distensione nello spazio uv.

Il modello low poly e quello high poly condividono una logica di uv mapping molto simile, basata sugli stessi principi di suddivisione e proiezione.

Tutto il processo di UV *unwrapping* ha richiesto delle accortezze particolari, per favorire il corretto funzionamento del processo di *baking*, illustrato in 3.4.1.4, delle texture del modello high poly. Innanzitutto, le isole sono state organizzate in modo tale da non sovrapporsi le une alle altre affinché la texture ricevesse informazioni univoche. Inoltre, è mantenuto del *padding*, ovvero dello spazio di separazione tra le isole, così che non venissero prodotti artefatti digitali durante il filtraggio delle texture. Infine, si è cercato di mantenere una scala e un orientamento coerente tra le isole principali, così da garantire una risoluzione uniforme della texture e una resa corretta delle pennellate e delle venature del legno.

3.4.1.4 Texturing e Baking

Osservando la marionetta di Pinocchio è possibile notare come esso sia composto unicamente da due materiali: il legno, spesso di faggio, lasciato a vista e lo stesso legno verniciato.

Per la parte di materiale a vivo è stato sufficiente recuperare una texture di legno di faggio composta da mappe di colore, normale, *roughness* e *specular*. In particolare, è stato necessario accentuare quest'ultimo valore per sottolineare l'effetto lucido dato dalla rifinitura finale applicata sul burattino.

Per la vernice invece, oltre a recuperare una mappa di *roughness* e normali che avesse la matericità della pennellata, è stato creato un materiale procedurale, che potesse essere adattato ai diversi colori e dettagli presenti su Pinocchio.

All'interno dello shader è stato esposto un parametro regolabile che controlla il fattore di scala, questo influisce direttamente sul colore e sulla mappa di normale, mentre per non avere una *roughness* troppo accentuata un altro parametro regolabile funge da divisore. Grazie al controllo del fattore di scala è possibile simulare che l'artigiano abbia utilizzato pennelli di dimensioni differenti, le cui setole hanno prodotto segni diversi in base al livello di dettaglio.

Per quanto riguarda il colore, questo è ottenuto a partire dalla texture del legno, convertita in scala di grigi attraverso una *Color Ramp*. Il contrasto viene poi accentuato attraverso una *RGB Curve*. Questa scala di grigi viene utilizzata come fattore di mescolamento in un nodo *Color Mix*: in questo modo nelle zone più chiare appare il colore assegnato alla vernice, in quelle più scure quello del legno. Questa tecnica permette di riprodurre le sfumature naturali date dall'influenza del tono naturale del materiale sulla verniciatura.

Osservando il burattino di Pinocchio è possibile notare che elementi quali bottoni, bocca, gli occhi, le guance e i capelli siano dipinti a mano e quindi presentino imperfezioni e asimmetrie. Per restituire questo *look and feel* sono state dipinte manualmente, mediante l'utilizzo di tavoletta grafica, delle mappe in scala di grigi che riproducessero i dettagli fini del modello.

Queste mappe sono state utilizzate come fattore di trasparenza in un nodo di *Mix Shader*: alle zone bianche è stata assegnata la vernice del dettaglio, mentre alle aree nere quella del materiale sottostante. Questo sistema permette di simulare la stratificazione della vernice sull'oggetto, come avverrebbe nel processo di pittura reale. Il processo è stato ripetuto più volte, una per ogni strato di vernice, per ottenere la texture visibile in Figura 27. Nella texture della testa risulta assente la bocca, poiché, per consentire il cambio di espressione in tempo reale all'interno di Godot viene istanziata direttamente nel motore grafico.

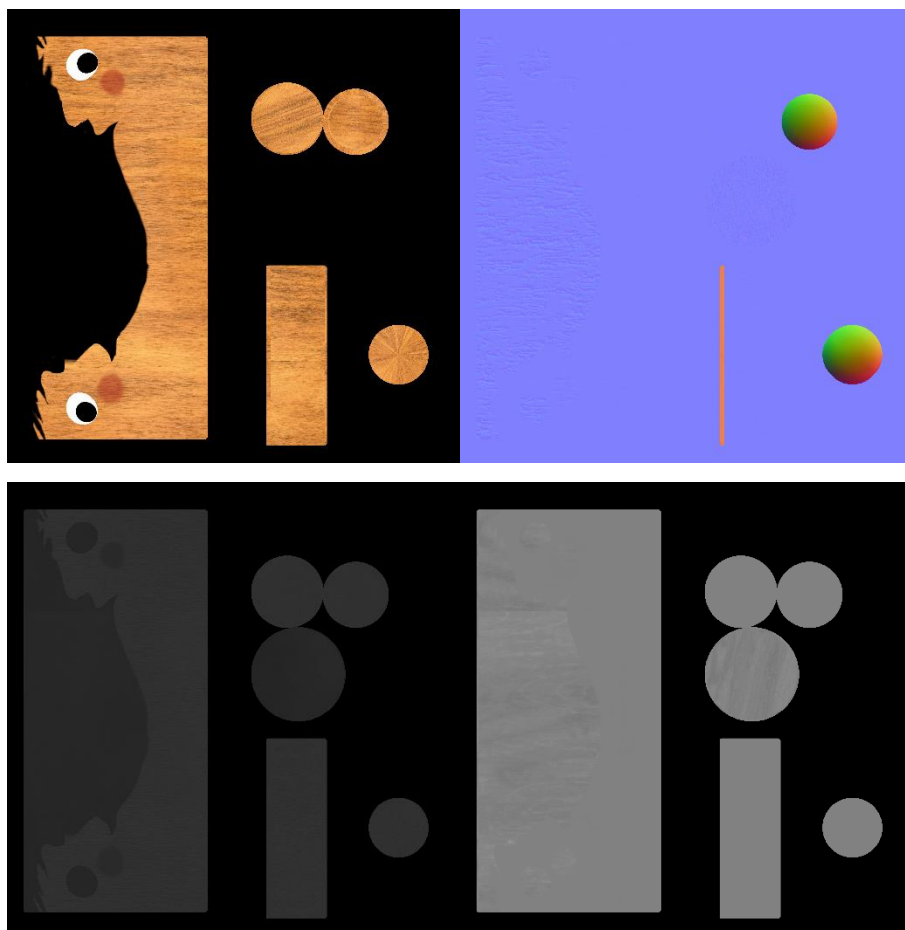


Figura 27: texture della testa di pinocchio, in senso orario, color, normal, specular, roughness

Di conseguenza i dettagli non risultano perfettamente regolari: i cerchi non sono geometricamente perfetti, le pupille sbordano leggermente dall'iride, la vernice dei capelli appare irregolare e i bottoni non sono perfettamente allineati. Come si può osservare in Figura 28 e Figura 29, queste imperfezioni contribuiscono a mediare l'aspetto artigianale tipico dei giocattoli dipinti a mano.



Figura 28: la prima versione di Pinocchio, con l'anca piatta e il naso cilindrico



Figura 29: la versione definitiva di Pinocchio, con anca sferica, naso conico e verde del pantaloncino più acceso

Infine, per trasferire le texture sul modello *low poly* e renderle delle mappe utilizzabili in un motore grafico, come Godot, è stato utilizzato il processo di *Baking* con *Cage*. Il *baking*

consiste nel proiettare le informazioni visive di un modello tridimensionale, su un'immagine bidimensionale attraverso le coordinate UV. Questo processo consente di convertire anche i materiali procedurali, non leggibili da un motore di gioco, in texture rasterizzate.

Il *baking* può essere eseguito sul modello stesso; tuttavia, quando lo si esegue da un modello *high poly* ad uno *low poly*, permette di trasferire anche i dettagli di modellazione più complessa sulla geometria semplificata. Queste informazioni vengono aggiunte a quelle delle texture sulla *normal map*.

Per ottenere una proiezione più precisa ed evitare artefatti visivi, è stato utilizzato un *cage*: una versione leggermente espansa del modello *low poly*, che lo racchiude e definisce il volume entro il quale il software ricerca il modello *high poly* da cui campionare le informazioni. Affinché la proiezione tra due modelli sia corretta, è importante che abbiano geometrie assimilabili e siano quanto il più possibile sovrapposti.

Così facendo le mappe ottenute risultano leggibili da un motore grafico e al modello *low poly* di risultare visivamente identico all'*high poly*, ma con un costo computazionale notevolmente ridotto.

3.4.1.5 Rigging

Nella realtà il Burattino di Pinocchio non è completamente snodabile: la testa e le braccia sono fissate al torso con una vite, che ne limita i movimenti. Inoltre, il modello non presenta articolazioni come polsi, gomiti, ginocchia e caviglie. Questa caratteristica ha comportato la realizzazione di un *rig* minimale, simile a quello utilizzato per le figure antropomorfe, ma semplificato a causa della mancanza di giunture articolate.

Per quanto riguarda le gambe, il processo produttivo ha subito dei cambiamenti nel corso del tempo. Originariamente il modello simulava un'anca cilindrica che si muoveva cambiando il pivot di rotazione sul bordo davanti o su quello dietro, in base al movimento. Questa soluzione necessitava un sistema di *rigging* più complesso, descritto in 3.4.1.6. Tuttavia, durante la fase di *playtesting*, è emerso che dall'inquadratura di gioco la gamba appariva sconnessa dal corpo. Per risolvere il problema al modello è stata aggiunta una

semisfera al punto di attacco dell'anca, sostituendo il sistema con un solo osso che percorre l'intera lunghezza della gamba.

Infine, per permettere l'azione secondaria cartoonesca del cappello, come il fatto che atterri subito dopo Pinocchio e che cada insieme a lui, anche il copricapo è stato dotato di un singolo osso. Il polo di rotazione è posto alla base, dove ipoteticamente dovrebbe trovarsi il baricentro.

L'implementazione di un rig minimale, visibile in Figura 30, ha semplificato notevolmente la fase di animazione, ma soprattutto ha contribuito al *look and feel* del burattino artigianale.

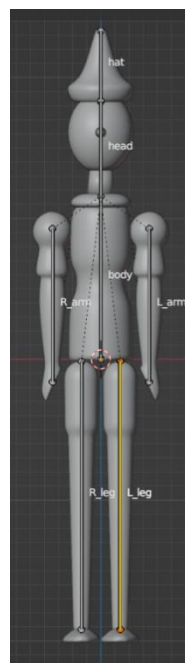


Figura 30: il rig definitivo

3.4.1.6 Il rocking bone

Nella prima versione del modello di Pinocchio, come presentato in 3.4.1.2, l'attaccamento dell'anca era realizzato con una superficie piatta. Nella marionetta reale, quando la gamba si muove, poiché legata al torso attraverso un elastico posto nel mezzo del corpo, questa fa leva sul bordo del cilindro per ruotare, cambiando il punto di pivot in base alla direzione del movimento. Per simulare questo comportamento non è sufficiente un solo osso per la gamba, ma è stato utilizzato un sistema di *rigging* chiamato *rocking rig*.

Il sistema è utilizzato spesso nel *rigging* dei piedi dei personaggi bipedi, i quali cambiano durante la camminata il punto d'appoggio, alternandolo tra tallone, avampiede e punta delle dita.

Il sistema si compone di tre ossa: *rock*, *parent* e *control*, come visibile in Figura 31. La testa e la coda dell'osso *rock* sono i due punti di appoggio che si alternano durante il movimento. L'osso *parent*, come suggerisce il nome, serve per poter collegare il sistema all'osso radice di tutto lo scheletro, senza problemi di trasformazioni relative.

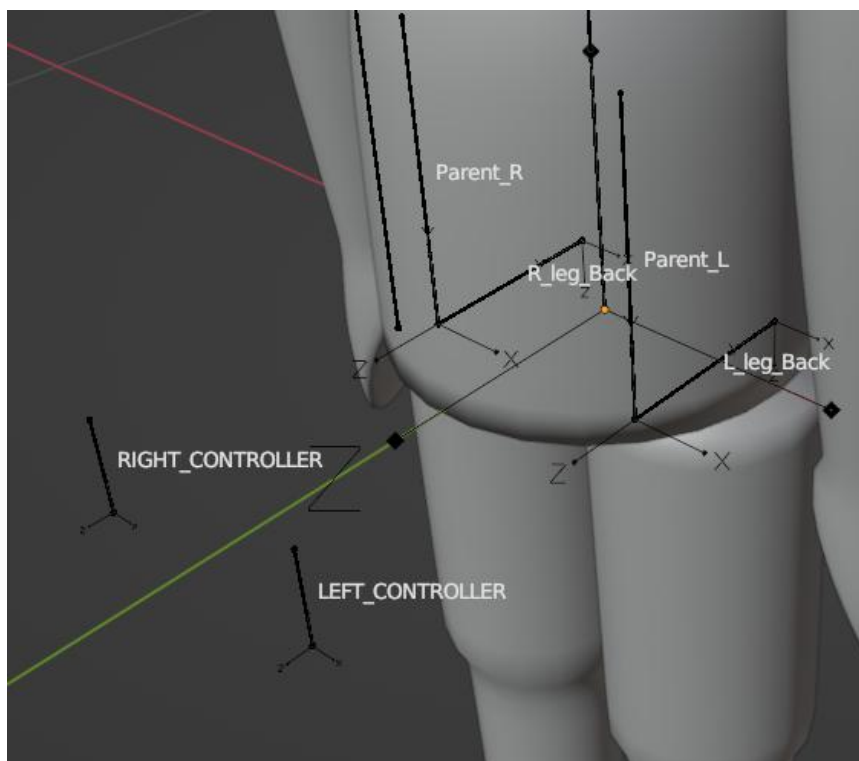


Figura 31: il sistema rocking rig

Il movimento è guidato dall'osso *control*, che è l'effettivo elemento di controllo del sistema. Attraverso due constrain di *copy rotation*, uno applicato al *parent* e uno al *rock*, viene copiata la rotazione sull'asse Z locale dell'osso *control*. Inoltre, con un *limit rotation constrain* è fissata la soglia di rotazione oltre la quale viene scambiato il pivot.

In questo modo, quando l'osso *control* ruota in senso orario, l'osso *rock* usa come pivot la testa, quando ruota nell'altro senso la gamba poggerà sulla coda, come visibile in

Figura 32. Nessuna delle tre ossa è collegate, ma sono tutte e tre imparentate all'osso *root* dello scheletro.



Figura 32: il cambio di Pivot nella gamba originale

Tuttavia, questo sistema è stato successivamente abbandonato, poiché l'inquadratura angolata dall'alto faceva apparire la gamba visivamente sconnessa dal corpo.

3.4.1.7 Animazioni

Le animazioni del burattino di Pinocchio sono state realizzate in Blender e successivamente esportate insieme al modello su Godot. Poiché si tratta di animazioni integrate in un motore di gioco, è stato necessario fare eseguire tutte le azioni senza modificare la posizione globale del modello, in modo da evitare che il movimento dell'animazione interferisca con quello controllato dal sistema di gioco.

Le animazioni implementate sono quattro: una *idle*, uno spavento, la corsa e l'impatto finale contro l'ostacolo.

L'animazione di *idle* rappresenta la posa assunta da Pinocchio nel momento di attesa iniziale: il burattino si guarda intorno e fa oscillare leggermente le braccia. Il movimento è volutamente molto semplice e lento, così da non sottrarre attenzione alle illustrazioni di tutorial che appaiono a schermo.

L'animazione di spavento viene utilizzata nel momento in cui l'utente solleva il telecomando e Pinocchio si accorge dell'arrivo di Mangiafuoco. In questo caso il

burattino può essere sollevato verso l'alto in Blender; tale scelta non genera conflitti nel motore di gioco poiché non sono presenti movimenti sull'asse verticale. Il movimento segue alcuni principi classici dell'animazione, come *exaggeration* e *secondary action*: in stile cartoonesco Pinocchio rimane sospeso in aria per alcuni istanti, mentre le braccia si agitano freneticamente e il cappello fluttua sopra la sua testa. Una volta riatterrato, per dare profondità alla scena, trascorrono alcuni secondi prima che il cappello torni sulla sua testa, nel farlo ruota sul capo diverse volte, prima di poggiarsi definitivamente. Poiché nella scena "character" di Godot la camera è solidale al modello, quest'ultimo è stato fatto ruotare per dare le spalle allo spettatore e avviare la corsa. Nella scena *realtime* il momento è ulteriormente accentuato dalla risata di Mangiafuoco e dall'apparizione in scena della sua ombra, per suscitare tensione nello spettatore. Infine, il passaggio tra la bocca sorridente e quella spalancata, che avviene durante la fase sospesa in aria, è aggiunto in Godot animando la texture della bocca.

Il ciclo di corsa di Pinocchio presenta movimenti molto accentuati e segue uno dei modelli classici di *run cycle* descritti in "The Animator Survival Kit" (Williams 2001), visibile in Figura 33. Particolare attenzione è stata posta nella piega in avanti del busto, affinché enfatizzasse la sensazione di movimento frenetico. A questo contribuiscono anche l'ampia apertura delle braccia e delle gambe durante la falcata. La corsa di Pinocchio è fortemente codificata nell'immaginario comune grazie alle numerose trasposizioni filmiche ed animate, per questo motivo tali rappresentazioni sono state utilizzate come riferimento, con l'obiettivo di evocare nello spettatore un elemento nostalgico. Nel movimento è stata accentuata anche la rotazione della testa, affinché il naso di Pinocchio fosse sempre un elemento dominante nel movimento.

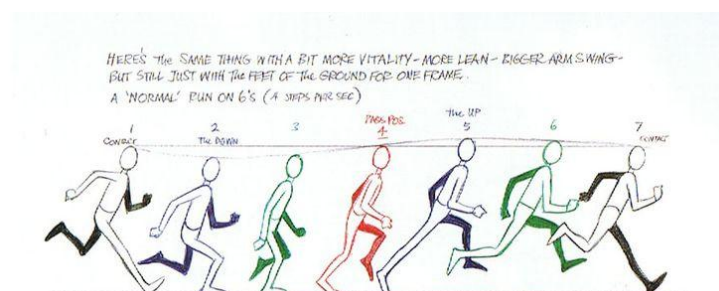


Figura 33: il run cycle usato come riferimento per la corsa (Williams 2001)

L'impatto di Pinocchio con un'oggetto genera un'animazione del burattino solo alla perdita dell'ultima vita. Questo perché in seguito allo studio sulle reference, inserire un movimento del burattino ad ogni impatto avrebbe influito negativamente sul flow di gioco. Durante la scena Pinocchio rimane sospeso a mezz'aria per qualche secondo, per poi ricadere prima sul sedere e di seguito sulla schiena. Per arricchire la scena è stato usato il principio del *bouncing* degli elementi: il corpo rimbalza con un'attenuazione progressiva del movimento e, una volta a terra, lo fanno anche le braccia. A completare l'azione contribuisce anche il cappello, che cade e rimbalza via lontano dal personaggio. La principale difficoltà di questa animazione è stata realizzare una caduta scenicamente funzionante che portasse il modello leggermente indietro, in modo da evitare compenetrazioni con gli ostacoli.

Tutte le animazioni così realizzate sono state integrate nel modello esportabile attraverso il *Non Linear Animator* di Blender. Questo incorpora nel file esportato le diverse animazioni, effettuando il *bake* dei *keyframe* in modo che possano essere riconosciuti come metadati nel motore grafico. Nel caso di Godot, le animazioni vengono automaticamente riconosciute e inserite dentro un nodo di *Animation Player*, è stato quindi necessario specificare soltanto quali di queste animazioni dovessero essere riprodotte a loop.

3.4.2 Il codice del gioco e la sua architettura

Il seguente sottocapitolo affronta la struttura architeturale dell'*endless runner* di Pinocchio, realizzato sul motore grafico Godot Engine. Le scelte tecniche derivano in parte dall'esperienza maturata nel precedente progetto "Zaino Perfetto", sviluppato per il Forte di Bard. Data la natura evolutiva del *workflow*, è stato adottato un approccio orientato alla modularità e alla rifattorizzazione del codice.

La realizzazione di un videogioco interattivo prevede infatti numerosi cambi di direzione durante lo sviluppo: da una parte legati alle meccaniche di gioco e all'organizzazione dell'esperienza, dall'altra alla necessità di migliorare costantemente l'*affordance* e la chiarezza dell'interazione per il giocatore finale.

L'obiettivo del lavoro è stato quindi quello di progettare una struttura di codice sufficientemente flessibile da poter essere adattata velocemente durante il processo produttivo del progetto.

3.4.2.1 *La struttura delle scene*

Uno dei principali problemi emersi durante la produzione di “Zaino Perfetto” per il forte di Bard è stata la poca flessibilità del codice: anche modifiche minime, fisiologiche durante uno sviluppo iterativo, coinvolgevano numerose porzioni di codice e contribuivano ad aumentare progressivamente la complessità dello script principale del gioco.

Per questo motivo, durante la realizzazione dell'*endless runner* di Pinocchio uno degli obiettivi progettuali principali è stato quello di garantire la modularità delle componenti del codice. Per raggiungere lo scopo è stato utilizzato il sistema di scene messo a disposizione da Godot Engine, che consente di organizzare il progetto in unità indipendenti e riutilizzabili. Le scene, infatti, possono essere istanziate più volte all'interno del progetto e modificate intervenendo direttamente sulla scena originale.

Questo approccio ha permesso, ad esempio, di sostituire il modello tridimensionale del personaggio intervenendo esclusivamente sulla scena *character*, senza la necessità di modificare il resto del codice di gioco.

Per favorire ulteriormente la separazione delle responsabilità tra le diverse componenti del sistema, gli script associati alle singole scene espongono dei metodi pubblici attraverso i quali è possibile attivare determinati comportamenti. La scena principale non deve conoscere quindi la struttura delle componenti figlie, ma si può limitare ad usare i metodi esposti, così da favorire la modularità e l'estensibilità del codice.

Infine, per comunicare tra una scena e l'altra l'avvenimento di un evento o la conclusione di un'azione è stato fatto largo uso del sistema di segnali messo a disposizione da Godot Engine. In Godot tutti i nodi di base possono emettere un segnale quando si verificano determinate condizioni, ad esempio l'entrata di un oggetto in un *collision shape*, la fine di un timer, la fine di un'animazione o la pressione di un tasto.

Quando un nodo emette un segnale, altri nodi o scene possono intercettarlo e reagire facendo partire una funzione dedicata. In questo modo la comunicazione avviene attraverso l'uso di eventi e non ha bisogno del continuo monitoraggio tra scene diverse.

Questo approccio aumenta notevolmente la flessibilità del codice. Non è necessario ricorrere a timer bloccanti o impostare artificialmente la sincronia per creare una sequenza di azioni, è sufficiente attendere l'emissione del segnale da parte della prima per far partire la seconda. Se il tempo necessario per completare un'azione cambia, ad esempio è necessario aumentare la durata di una animazione perché troppo breve, il segnale verrà semplicemente emesso in un altro momento e le conseguenze spostate automaticamente nel tempo.

Grazie a questi accorgimenti strutturali è stato possibile creare un'architettura basata su due scene, *game* e *menu*, responsabili dell'intero *game flow* dell'applicazione. Attorno a queste si articolano una serie di componenti secondarie modulari, facilmente riutilizzabili, che permettono di aggiustare il comportamento di gioco senza intervenire sulla struttura principale.

3.4.2.2 State

Per coordinare le informazioni condivise tra le scene è stato introdotto uno script *Autoload* chiamato *State*. In Godot gli *autoload* sono script caricati automaticamente all'avvio e accessibili globalmente durante l'esecuzione del programma. In questo modo è possibile centralizzare i dati, evitando duplicazioni e mantenendo coerente tra tutte le scene lo stato di gioco.

Nel caso dell'*infinite runner* di Pinocchio lo script tiene traccia di una serie di parametri fondamentali per la logica di gioco:

- I centri delle tre corsie, in modo che il codice di movimento del personaggio sappia verso quali coordinate dirigersi.
- Il numero di vite del giocatore, così che ad ogni impatto possa cambiare l'animazione di Mangiafuoco e, all'azzeramento delle vite, nella scena *character*, venga chiamata la funzione *die()*.

- Gli *spawn* point degli oggetti, che, essendo generati proceduralmente, devono comparire ad una distanza adeguata, per garantire il tempo di reazione corretto.
- La velocità di avanzamento del gioco. Come in molti giochi *endless runner*, non è il personaggio a muoversi nello spazio, ma il mondo a scorrere verso di lui. Questo parametro determina la velocità con cui gli oggetti in scena vengono traslati verso il giocatore.
- Il momento di gioco, per comunicare all'*autoload InputBridge* in che fase del *game flow* il giocatore si trova, così da elaborare correttamente gli input provenienti dall'interfaccia.
- Lo stato di immortalità, utilizzato per trasmettere un parametro booleano che temporaneamente al giocatore di attraversare gli ostacoli senza perdere vite. È correlato di due metodi per cambiarne il valore, che lo attivano a momento dell'impatto e lo disattivano allo scadere del tempo di immortalità.

Infine, lo script *State* è corredato di un metodo di *reset*, richiamato al momento di ingresso nel Loop iniziale, che riporta tutte le variabili allo stato di partenza e prepara il gioco a una nuova partita.

3.4.2.3 Menù

La scena Menù contiene il Loop Bloccante che appare a schermo una volta finita la partita. Il passaggio a questa scena è utilizzato per scaricare dalla memoria tutti gli asset e ricaricarli successivamente all'inizio della nuova sessione di gioco, inizializzandoli nella posizione corretta.

La scena è composta da un nodo *CanvasLayer*, che consente di disegnare elementi dell'interfaccia sopra tutti gli oggetti presenti in scena. In questo caso viene utilizzato per visualizzare le tende che si chiudono al termine della scena *Game* e introducono visivamente il passaggio allo stato di attesa.

All'interno della scena appaiono le istruzioni per il giocatore, che indicano di posare la croce sul tavolo. Queste istruzioni sono implementate attraverso un *AnimatedSprite* e comandate via script: quando il codice riceve il segnale che l'animazione di apparizione della croce è finita, avvia automaticamente in loop l'animazione del gesto di posare.

Infine, lo script della scena rimane in ascolto degli input provenienti dall'*InputBridge*. Quando viene ricevuto il segnale *Rested*, che indica che il controller è stato correttamente posato in posizione neutra, il codice naviga verso la scena Game e prepara una nuova partita.

3.4.2.4 Game

La scena Game utilizza una macchina a stati, illustrata in 3.4.2.5, per gestire il passaggio dallo stato di *Loop* a quello di *Play*. Questa struttura permette di separare le responsabilità dei due momenti del *game flow* che, pur condividendo la stessa scena, operano in maniera distinta e autonoma.

Lo stato Loop inizia con il *CanvasLayer* delle tende teatrali chiuse, che rende invisibile la transizione dalla scena Menù. Una volta sollevato il sipario appare Pinocchio nella sua animazione di *Idle*. In questa fase lo script è in ascolto degli input provenienti dall'*InputBridge* e, una volta ricevuto il segnale "*Lifted*", avvia la sequenza ordinata di uscita dal loop iniziale:

1. Viene attivata l'animazione Spavento di Pinocchio durante la quale il burattino si solleva dal terreno.
2. L'ombra di Mangiafuoco appare in scena accompagnata dal suono della risata. L'ombra è realizzata con uno *Sprite3D* animato, solidale al modello di Pinocchio, che funge da impostore, ovvero occlude la luce e finge di essere tridimensionale.
3. Lo sfondo inizia a sollevarsi, rivelando progressivamente il mondo di gioco.
4. La camera si alza passando da un primo piano a un'inquadratura dall'alto, quella della partita vera e propria.

All'ingresso nello stato Game viene inoltre avviato il timer di tutorial della durata di dieci secondi, che introduce un ritardo prima dello *spawning* degli oggetti, processo descritto in 3.4.2.7. Contemporaneamente inizia il movimento del mondo di gioco, il quale si avvicina al personaggio grazie ad uno script collegato alla scena secondaria Track.

Ogni elemento presente in scena possiede una *CollisionShape*. Dietro la camera è presente una area di collisione chiamata *KillZone* che scarica dalla memoria tutti gli oggetti che la attraversano, una volta usciti dal campo visivo del giocatore.

Gli esiti della partita possono essere due: vittoria o sconfitta.

La sconfitta avviene quando il giocatore impatta con tre ostacoli. In questo caso viene chiamata la funzione *die()*, che esegue la sequenza di perdita della partita:

1. Viene attivata l'animazione di caduta di Pinocchio, che cade a terra e perde il cappello.
2. Viene interrotto il movimento dello spazio, mantenendo l'inquadratura sul Pinocchio a terra.
3. L'ostacolo che ha causato l'ultimo impatto, a differenza dei due impattati precedentemente, rimane in piedi.
4. La GUI che mostra le vite del giocatore scompare.
5. Lo script della scena *Character* smette di ascoltare l'*InputBridge*, impedendo ulteriori spostamenti laterali.
6. Viene attivata l'animazione del *CanvasLayer Occhio_di_Bue*, che realizza una transizione circolare verso il nero accompagnata da una musica di sconfitta.
7. Quando lo schermo diventa completamente nero, la tenda del teatro viene si chiude e si torna alla scena Menù.

La vittoria avviene invece una volta tagliato il traguardo, rappresentato da un arco con su scritto *Legnozago*. L'arco è dotato di un *CollisionShape* che, segnale nel momento in cui il personaggio lo attraversa, emette un segnale e attiva la sequenza di vittoria:

1. Scompare la GUI dalla scena.
2. Pinocchio viene spostato automaticamente sulla corsia centrale, così che possa entrare nel treno; contemporaneamente viene staccato l'ascolto dell'*InputBridge* perché non possa essere spostato.
3. La telecamera inizia a sollevarsi, per dare all'utente un riscontro di vittoria, sottolineato anche dalla musica allegra.
4. Viene avviata l'animazione del treno, che arriva in stazione, si ferma e apre la porta, accompagnato dal tipico suono cartonesco della locomotiva.
5. Quando Pinocchio entra all'interno del treno, un ulteriore *CollisionShape* attiva la sua scomparsa in scena, dopo alcuni secondi cala la tenda del teatro e si passa alla scena Menù.

3.4.2.5 La macchina a stati

Una macchina a stati finiti (*Finite State Machine*, FSM) è un modello computazionale formale, che permette di descrivere il comportamento di un sistema come un insieme discreto di stati e delle transizioni che permettono di passare da uno stato ad un altro quando vengono a verificarsi delle determinate condizioni. L'implementazione di questo tipo di paradigma è molto comune nell'ambito videoludico, in quanto permette di dividere le responsabilità tra uno stato ed un altro e renderli autonomi e facilmente modificabili.

Per realizzare la FSM è stato necessario innanzitutto creare una classe base di stato. Questa classe contiene al suo interno tre elementi principali: una funzione *enter()*, in cui vengono racchiuse tutte le operazioni da eseguire nel momento in cui si entra nello stato, una funzione *exit()*, che gestisce invece le operazioni in uscita; e un segnale di transizione, che viene emesso per comunicare alla macchina a stati la volontà di cambiare stato.

Una caratteristica rilevante di questa architettura è che la macchina non necessita di conoscere la logica interna dei singoli stati. Ogni stato gestisce autonomamente, attraverso le funzioni *enter()* e *exit()* tutte le operazioni da eseguire. In questo modo è possibile evitare lunghe sequenze di *if-else* per verificare quale sia lo stato corrente del sistema.

Grazie a questa soluzione è stato possibile gestire in modo fluido il passaggio tra la fase di loop iniziale e quella di *play*, mantenendo sempre il codice facilmente estendibile. Inoltre, durante il processo produttivo iterativo, gli stati hanno potuto esser modificati in maniera indipendente l'uno dall'altro, come fossero scene differenti, migliorando la complessiva modularità del progetto.

3.4.2.6 Shaking della camera

Le prime fasi di *playtesting* hanno evidenziato che gli utenti non percepivano chiaramente la perdita di una vita quando il feedback era affidato esclusivamente alla GUI. Per rendere più evidente questo evento è stato introdotto un camera shake, implementando seguendo le indicazioni presenti nel Talk GDC "Math for game programmers"¹³.

¹³ <https://www.youtube.com/watch?v=tu-Qe66AvtY>

Per evitare problemi di compenetrazione tra la camera e gli oggetti presenti in scena, l'effetto è stato utilizzando ruotando la camera nei tre assi e non muovendola spazialmente.

Il sistema si basa su un parametro normalizzato chiamato trauma, che viene limitato attraverso una funzione di clipping tra 0 e 1 per evitare valori fuori soglia. Il trauma viene passato come parametro alla funzione, permettendo di regolare l'intensità in base alla gravità dell'impatto subito.

Per introdurre una componente di casualità viene utilizzato un rumore di Perlin calcolato separatamente per ciascuno dei tre assi. Ognuna delle tre coordinate usa un *seed* diverso, per un effetto più naturale.

Quando la funzione viene richiamata, la rotazione è calcolata come il prodotto tra l'angolo massimo consentito e il quadrato del trauma, moltiplicato per il rumore. In questo modo è possibile realizzare crescite non lineari: se l'impatto ha un valore di trauma più alto sarà visivamente molto più significativo.

Infine, ad ogni frame viene progressivamente ridotto il valore di trauma, sottraendo il prodotto tra una costante per il valore delta, che indica il tempo intercorso tra due frame consecutivi. In questo modo la camera ritorna in maniera fluida alla sua posizione originale.

3.4.2.7 Proceduralità e casualità: lo spawning degli oggetti

Le scene secondarie Ostacolo e Ostacolo Doppio condividono lo stesso script. Questo ha il compito di istanziare lo *Sprite3D* da un *array* di possibili png e di aggiornare il contatore delle vite quando il personaggio attraversa il *CollisionShape* dell'ostacolo stesso.

L'unica differenza tra le due scene è la posizione del punto di *spawning* dell'oggetto. Per l'ostacolo singolo è centrata nella metà della base, per quello doppio si trova a un quarto della larghezza. In questo modo prima di generare un ostacolo doppio, si controlla che la corsia sia quella di sinistra o la centrale, così che non superi il limite laterale del percorso.

Per quanto riguarda la *randomicità* dello *spawning*, ad ogni intervallo di tempo di generazione avviene un processo pseudocasuale per la generazione. Innanzitutto, viene scelto il numero di ostacoli da generare, che possono essere o uno o due, con identica statistica.

Se viene scelto di generare due ostacoli, può essere generato solo l'oggetto singolo per due volte. Nel farlo il codice controlla gli ultimi tre indici dell'*array* di texture istanziati, in modo che, anche generando per due volte due coppie di ostacoli, non ci siano png duplicati.

Se l'oggetto da generare è uno solo ci sono due possibilità. Se la corsia di generazione è quella di destra, allora l'oggetto sarà singolo e seguirà l'iter precedentemente descritto. Nelle altre due corsie c'è il 50% di probabilità che l'ostacolo ad essere generato sia quello doppio. In questo caso nella scelta della texture viene controllato soltanto l'ultimo png istanziato.

Questa soluzione permette il controllo della varietà visiva a schermo e la realizzazione di un percorso diverso in ogni partita, con la garanzia che sia sempre giocabile.

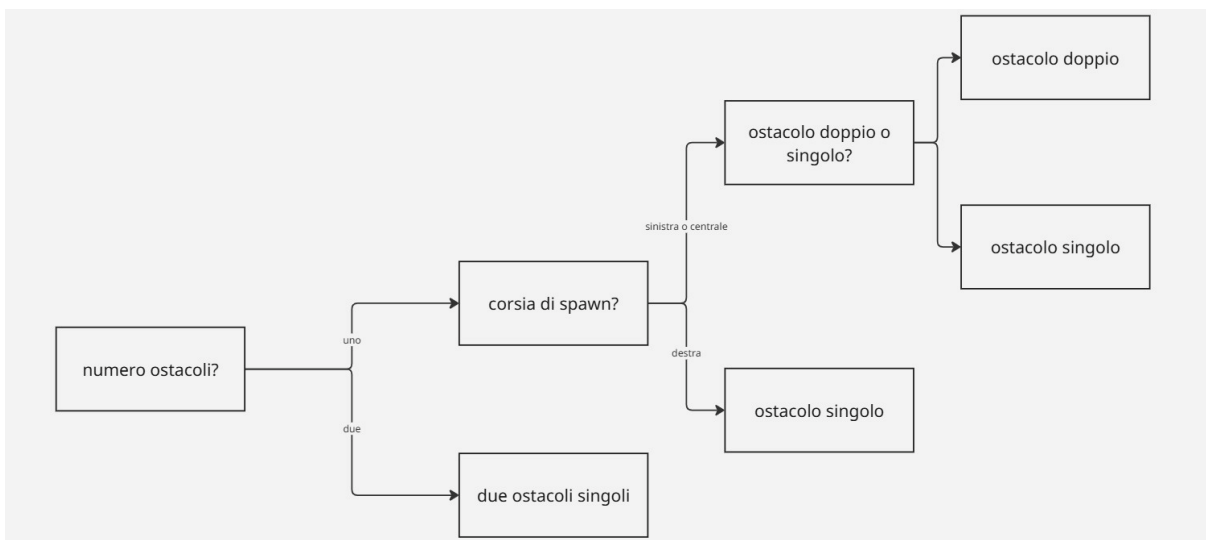


Figura 34: diagramma del controllo per la generazione ostacoli

3.4.2.8 Shader materiali e ottimizzazioni tecniche

Data la natura real-time del gioco, è stata dedicata un'attenzione particolare all'ottimizzazione di texture e materiali, così da ridurre il peso computazionale e mantenere stabili le prestazioni.

Un primo accorgimento è stato definire al team grafico delle dimensioni standard per la base degli ostacoli. Questa scelta ha avuto un duplice vantaggio: da un lato ha garantito che gli oggetti rimanessero sempre all'interno della corsia, dall'altro ha facilitato il processo di compressione delle texture.

Il processo di ottimizzazione ha previsto inizialmente l'inserimento delle immagini all'interno del motore di gioco per verificare, utilizzando lo scalamento dello *Sprite*, quale fosse la dimensione effettiva necessaria alla resa visiva. Una volta individuata la percentuale ottimale, è stato sviluppato uno script di compressione in Python, in grado di elaborare intere cartelle immagini. Lo script riceve come input una cartella e una percentuale di riduzione e genera una nuova cartella con tutte le immagini ridimensionate.

Questo approccio ha permesso di evitare di caricare in memoria immagini a risoluzione eccessiva rispetto alle reali necessità di gioco.

Un altro intervento ha riguardato la realizzazione dello shader dell'occhio di buca, utilizzato come transizione di sconfitta. Utilizzare una sequenza di png per l'animazione sarebbe stato troppo oneroso computazionalmente e poco flessibile al cambiamento di focus, per cui è stato realizzato uno shader parametrico in OpenGL.

Lo shader riceve come parametri il raggio del cerchio, le due coordinate del centro e il fattore di aspetto della scena. Grazie al raggio lo script scarta tutti i pixel all'interno del cerchio e disegna invece quelli esterni. Per oscurare progressivamente la scena è sufficiente animare il valore del raggio, che è normalizzato tra 0, nero totale, e 1,05, trasparenza totale.

Infine, per evitare un passaggio netto di colore, sul bordo del cerchio è applicata una funzione *Smoothstep*, che produce una sfumatura graduale e realizza quindi una transizione morbida.

3.4.3 L'interazione uomo macchina nell'endless runner

3.4.3.1 L'input bridge

Nel codice dell'*endless runner* di Pinocchio la lettura degli input provenienti dal sensore è gestita da uno script *autoload* chiamato *InputBridge*. Questa componente ha il compito di interpretare il segnale in ingresso, manipolarlo e filtrarlo opportunamente prima di passarlo al codice di gioco.

Il passaggio dell'informazione avviene sotto forma di un valore enumerativo che può assumere gli stati destra, sinistra, centro, sollevato e posato. In questo modo avviene un processo chiamato *decoupling* tra logica di gioco e input hardware, cioè viene introdotto un livello di astrazione che permette di sostituire o modificare l'intero sistema di input senza impattare direttamente il gioco.

Il codice è diviso in due parti principali. La prima è dedicata al debug tramite tastiera. Il motore grafico Godot Engine mette infatti a disposizione il metodo *OS.is_debug_build()* che restituisce valore *true* quando il progetto ha la modalità debug abilitata. Questo ha permesso di mappare le frecce direzionali da tastiera durante la fase di sviluppo.

La seconda parte invece, illustrata in 3.4.3.3, prevede la porzione di script che elabora e filtra il codice proveniente dal sensore, per poter fornire alla logica di gioco i segnali di input.

3.4.3.2 Le corde

Il progetto iniziale dell'*endless runner* prevedeva l'utilizzo di una coppia di corde come interfaccia tangibile per interagire con Pinocchio. Queste funi erano situate ai lati dello schermo e, tirandole, l'utente avrebbe trasmesso un input destra o sinistra. Dal punto di vista ludico questa scelta risultava efficace; era possibile giocare in singolo, ma anche in modalità cooperativa, affidando una corda a ciascun giocatore. Inoltre, combinando i due

input sarebbe stato possibile far fare un salto finale a Pinocchio, per introdurre un ulteriore elemento di coordinazione tra i partecipanti.

Nonostante le potenzialità, problemi nell'interfaccia erano numerosi. Innanzitutto, il mapping, ovvero la relazione tra il gesto fisico dell'utente e l'azione digitale, illustrato in 2.4.3, risultava poco intuitivo: la corda sarebbe stata tirata trasversalmente rispetto a Pinocchio; quindi, il movimento fisico dell'utente non corrispondeva direttamente alla direzione del movimento sullo schermo.

Dal punto di vista implementativo, inoltre, le corde sono soggette ad usura meccanica e richiedono un sistema per farle tornare indietro una volta rilasciate. Anche sul piano dell'*affordance* emergevano alcune criticità: non tutti gli utenti tendono spontaneamente a rilasciare la corda dopo averla tirata, con il rischio di raggiungere il fine corsa e non avere più la possibilità di input.

Un'ulteriore difficoltà riguardava la conversione del movimento analogico in segnale digitale. Era infatti necessario un sistema che leggesse il movimento di trazione come un input ed evitasse di interpretare come segnale quello del ritorno della corda.

La soluzione ipotizzata prevedeva l'utilizzo di un encoder in quadratura, ottenuto mediante due encoder ottici sfasati di 90 gradi. I due sensori avrebbero osservato un disco composto da spicchi bianchi e neri, solidale con una puleggia mossa dalla corda.

In questo modo la puleggia, ruotando, avrebbe fornito una serie di segnali digitali nei due sensori. Grazie alla sfasatura sarebbe stato possibile determinare il senso di rotazione: se i due encoder ottici forniscono lo stesso segnale, il disco ruota in un senso, se i segnali sono discordi, sta ruotando nell'altro.

Nonostante la soluzione fosse tecnicamente funzionante, presentava comunque alcune limitazioni. In particolare, il sistema risultava poco flessibile: qualora si fosse voluto modificare la sensibilità dell'input, sarebbe stato necessario variare la lunghezza della corda o la dimensione degli spicchi.

Tutti questi problemi hanno portato allo scarto delle corde come interfaccia grafica, a favore di una croce da burattinaio, il cui movimento è tradotto da un giroscopio.

3.4.3.3 *La croce*

Scartata l'idea delle corde come interfaccia tangibile, la soluzione alternativa è stata l'utilizzo di una croce da burattinaio. Questo elemento risulta molto più coerente con il *look and feel* di Pinocchio: è un oggetto strettamente legato alla mitologia del personaggio e, dal punto di vista del mapping offre una relazione tra gesto e risposta digitale più immediata. Inoltre, contribuisce a restituire la componente materica del legno, caratteristica necessaria per mediare nei giocatori più giovani la sensazione di interagire con una marionetta reale.

Una volta progettata l'interfaccia fisica, il passo successivo è stato implementare l'hardware necessario per collegarla alla logica di gioco. Dal punto di vista sensoristico il sistema si avvale di uno "*Spatial Phidget*", ovvero un sensore inerziale combinato, che integra al suo interno accelerometro, magnetometro e giroscopio. Il sensore è collegato a un "*Vint Hub Phidget*", che funge da ponte tra il sensore e il computer.

L'implementazione del sistema è stata agevolata dall'interfaccia fornita dalla casa proprietaria Phidget. Attraverso questo software è possibile monitorare in tempo reale i dati provenienti dai sensori e verificarne il comportamento prima di integrarli nel codice. L'accelerometro presente nel dispositivo trasmette le variazioni di accelerazione lungo i tre assi spaziali sotto forma di vettore tridimensionale. In questo sistema di riferimento l'asse Z è orientato verso il centro della terra e la forza di gravità normalizzata: in condizioni di quiete il sensore restituisce quindi il vettore (0,0,1).

Phidget mette a disposizione anche delle librerie proprietarie in diversi linguaggi di programmazione per facilitare la lettura dei dati. Nel caso di Godot Engine è possibile integrare script in C#, motivo per cui questo linguaggio è stato scelto per l'implementazione.

Dei tre sensori presenti nello "*Spatial Phidget*", nel progetto è stato utilizzato esclusivamente l'accelerometro. Questo dispositivo, poiché misura l'accelerazione lungo gli assi spaziali, permette di ricavare facilmente l'inclinazione rispetto al vettore gravità. Il giroscopio, invece, misura la velocità angolare e fornisce quindi informazioni sulla variazione di orientamento nel tempo. Utilizzare il giroscopio per determinare

l'inclinazione avrebbe richiesto di integrare nel tempo i valori letti, esponendo al rischio di errori cumulativi, comunemente chiamati *drift*.

L'utilizzo dell'accelerometro per calcolare l'inclinazione di un'interfaccia tangibile è alla base, ad esempio, del sistema di controllo del volante adottato in Mario Kart. Anche quando il giroscopio è stato introdotto nei sistemi Wii, il suo utilizzo richiedeva di combinarlo alle informazioni degli altri sensori presenti nel dispositivo, in un processo chiamato *sensor fusion*. Questo approccio da una parte permette di compensare i limiti dei singoli sensori, unendo le informazioni di magnetometro, accelerometro e giroscopio, dall'altra però, in sistemi che non necessitano un così elevato grado di dettaglio, complica il codice immotivatamente.

Un ulteriore vantaggio dell'accelerometro è che, misurando costantemente la direzione della gravità, il sistema è in grado facilmente di notare quando il sensore è in posizione neutra. Questo permette la ricalibrazione automatica e garantisce un'esperienza più robusta in un contesto come quello museale in cui il sistema viene utilizzato da più persone in successione. Se si fosse utilizzato solo il giroscopio, gli errori di integrazione si sarebbero progressivamente accumulati in un fenomeno chiamato deriva, rendendo necessaria una ricalibrazione manuale da parte dell'utente.

Lo script in C# utilizza il modello fornito da Phidget, che ascolta il sensore inerziale e restituisce un vettore tridimensionale contenente le componenti di accelerazione. L'integrazione con l'*InputBridge* avviene mediante l'emissione di un segnale, corredato del valore di accelerazione rilevato, che viene inviato ogni qualvolta che il sensore percepisce un cambiamento.

Nell'*InputBridge* quando arriva il segnale, vengono estratti i dati grezzi ed elaborati in base al tipo di evento da generare.

3.4.3.3.1 Segnale sollevato

Questo segnale viene emesso quando la componente Z dell'accelerazione è minore di 0.9. Poiché il vettore di riferimento in stato di quiete è (0,0,1), questa condizione indica una variazione di almeno 0.1 rispetto alla direzione della gravità, interpretabile come il sollevamento della croce dal piano di appoggio. Questo segnale è utilizzato unicamente

nello stato di loop iniziale e fa partire l'animazione di Spavento di Pinocchio, causando il passaggio dallo stato *Loop* al *Play* nella macchina a stati.

3.4.3.3.2 Segnale posato

Il segnale viene emesso quando il sensore è perfettamente in equilibrio sul tavolo. La condizione è verificata utilizzando calcolando la distanza vettoriale tra il vettore accelerazione e il vettore riferimento (0,0,1).

La distanza di due vettori A e B viene calcolata secondo la formula euclidea:

$$d = \sqrt{(Ax - Bx)^2 + (Ay - By)^2 + (Az - Bz)^2}$$

Poiché questo valore viene confrontato con una soglia fissa, è possibile elevare entrambi al quadrato e rimuovere così la radice, più onerosa dal punto di vista computazionale. Attraverso l'osservazione dei valori restituiti dall'interfaccia Phidget è stato valutato come accettabile il valore di distanza pari a 0.1.

Per garantire l'effettivo posizionamento della croce da burattino, nel primo istante in cui la distanza al quadrato rientra nel range desiderato, lo script avvia un timer di tre secondi, durante il quale viene costantemente monitorato il movimento del controller. Se allo scadere del tempo il sensore è ancora rilevato in posizione di quiete, viene emesso il segnale.

Inoltre, poiché questo segnale è rilevante solo nello stato di Loop Bloccante del gioco, a monte viene verificato che il sistema si trovi all'interno di quella specifica scena prima di procedere con i calcoli.

L'emissione del segnale posato comporta nel codice il cambio scena da Menù, dove si trova il loop bloccante, a Game.

3.4.3.3.3 Segnale inclinato

Questa parte rappresenta la logica principale del sistema di input, in quanto permette lo spostamento di Pinocchio tra le corsie del gioco. La soluzione adottata consente di integrare i due comportamenti riscontrati durante le fasi di test: alcuni giocatori riportavano il controller in posizione centrale prima di trasmettere un nuovo movimento,

mentre altri tendevano a mantenere la posizione inclinata per continuare a muoversi nella stessa corsia.

Queste differenze sono in parte riconducibili ai modelli mentali con cui gli utenti interpretano l'interfaccia. Chi associa l'esperienza a un *endless runner* su dispositivi mobili tende a fornire input discreti, riportando il controller in posizione centrale prima di inviare un nuovo comando. Al contrario chi interpreta la croce da burattinaio come un controller simile a quelli utilizzati nei sistemi Wii tende a stabilire una corrispondenza diretta tra inclinazione e movimento continuo del personaggio.

Poiché non è possibile prevedere a priori quale modello mentale l'utente adotterà durante l'interazione, è stato necessario progettare una soluzione ibrida in grado di supportare entrambi i comportamenti.

Per gestire le due modalità è stato introdotto un sistema di isteresi, ovvero un meccanismo che tiene traccia dello stato precedente del controller. Lo script controlla la posizione precedentemente inviata: se la posizione corrente coincide con la precedente, il segnale viene inviato solo al termine di un intervallo temporale definito da un timer di *debounce*; se lo stato invece cambia, il segnale viene comunicato immediatamente.

Per migliorare ulteriormente la qualità di lettura del sensore è stato introdotto un filtro passa-basso, che effettua un filtraggio temporale dei dati. Questo permette di attenuare variazioni di movimento improvvise dovute a cambi bruschi di direzione o a tremolii, mantenendo solo cambiamenti più gradualmente dell'inclinazione.

Infine, analizzando l'angolo di rotazione oltre il quale il movimento risultava significativo per il codice, è stata inserita una *dead zone*: se il valore di inclinazione si trova all'interno di questo intervallo, l'input viene ignorato. Questo accorgimento consente di eliminare il rumore introdotto da piccole oscillazioni involontarie del sensore.

3.4.4 Playtesting: giocare per migliorare

Il processo di *playtesting* ha rappresentato una risorsa fondamentale durante tutta la fase produttiva dell'*infinite runner*. In un'installazione museale interattiva entrano infatti in

gioco numerosi fattori e, soprattutto, l'utente finale non può essere profilato con precisione. Per questo motivo è necessario prestare particolare attenzione alla chiarezza dell'interazione e all'*affordance* dell'esperienza proposta.

Gli obiettivi principali in questa fase di erano molteplici:

- Verificare comprensibilità ed accessibilità del gioco, osservando se i giocatori riuscissero a comprendere autonomamente le modalità di interazione.
- Individuare eventuali bug o criticità del sistema, provando a “rompere” l'esperienza con comportamenti inattesi.
- Trovare il giusto equilibrio tra stimolo ludico e difficoltà, assicurandosi che la partita risultasse facilmente vincibile per un pubblico eterogeneo, ma allo stesso tempo non ripetitiva o priva di sfida.

Il processo di *playtesting* si è svolto in studio con la partecipazione del gruppo auroraMeccanica. Una parte dei partecipanti era già a conoscenza del funzionamento del gioco, mentre altri utenti si sono affacciati per la prima volta all'esperienza.

Il campione comprendeva una fascia d'età piuttosto ampia e competenze diverse, con conoscenza più o meno approfondita di programmazione e ambito videoludico. Un campione assente è stata però l'età preadolescenziale, che rappresenta invece una parte rilevante del pubblico museale. Per compensare questa mancanza, il comportamento dei più giovani è stato dedotto e simulato grazie all'esperienza pregressa del game designer presente in azienda e a partire dalle osservazioni raccolte durante l'inaugurazione e l'installazione di “Zaino Perfetto” presso il Forte di Bard, che ha fornito un utile riferimento per comprendere le modalità di interazione dei visitatori più piccoli.

3.4.4.1 Basso Livello

La prima fase di testing del gioco è stata condotta prima di aver stabilito un'interfaccia tangibile per il controllo e si concentrata esclusivamente sulla qualità dell'esperienza di gioco. L'obiettivo di questa fase era comprendere se un'*endless runner* potesse risultare coerente con il personaggio di Pinocchio e se il modello 3D potesse essere sufficientemente fotorealistico.

In questo stadio il gioco era un prototipo di basso livello, privo di tutti gli elementi grafici e narrativi definitivi. Come mostrato in Figura 35, il prototipo era costituito unicamente dal modello, da dei *placeholder* degli ostacoli, già correlati del codice di *spawning* casuale, e da un pavimento temporaneo.

Durante questa fase sono stati calibrati alcuni parametri fondamentali per il funzionamento dell'esperienza:

- Distanza di *spawning* e *spawn rate* degli ostacoli, per garantire all'utente un tempo di reazione sufficiente.
- Velocità di scorrimento del pavimento, che determina il ritmo complessivo della partita.
- Durata della partita, per essere sicuri che non fosse né troppo veloce né troppo ripetitiva.
- Punto di vista della telecamera, affinché Pinocchio fosse protagonista della scena, ma al contempo tutto lo spazio di gioco fosse ben leggibile.
- Corretto funzionamento della *DeadZone*, così da comprendere fin da subito l'ottimizzazione computazionale.

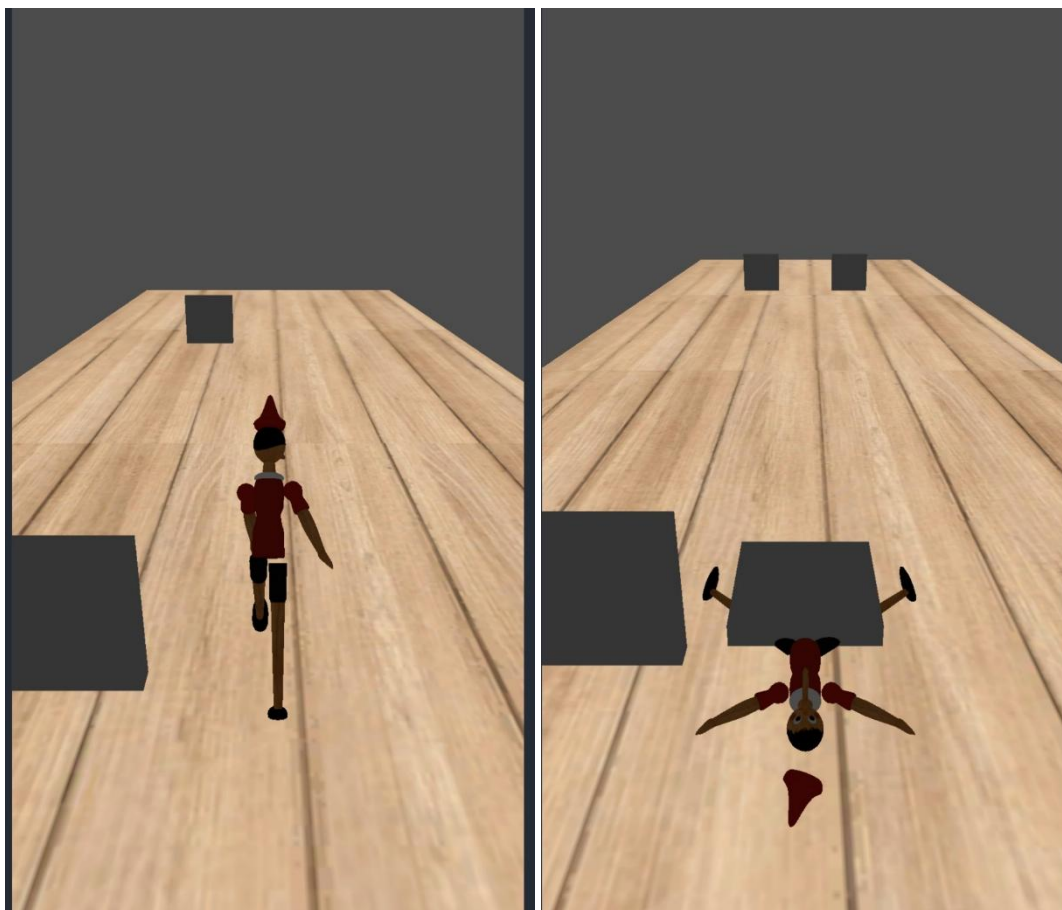


Figura 35: prototipo di basso livello

Questa prima fase di testing si è rivelata particolarmente importante, poiché ha permesso di definire cosa il giocatore vede e come lo fa. In questo modo il lavoro si è potuto orientare fin da subito solo sulla produzione necessaria e non ha dovuto subire cambiamenti strutturali in fasi avanzate del percorso.

3.4.4.2 *Playtesting intermedio*

La fase di *playtesting* intermedio ha accompagnato l'intero processo produttivo del gioco, evolvendosi parallelamente alle diverse fasi di sviluppo. Questo testing è stato condotto nei momenti più significativi della produzione, quando ad esempio è stata introdotta una nuova meccanica o effettuato un grosso cambiamento al sistema.

Durante la prima parte l'attenzione è stata posta principalmente sul *look and feel* degli ostacoli e sulla leggibilità del percorso di Pinocchio. L'osservazione delle sessioni di gioco

ha evidenziato come non si verificasse l'effetto di occlusione tipico degli *infinite runner*, in cui gli ostacoli bloccano completamente la corsia e l'utente si sente costretto a evitarli.

Questo problema era causato dal fatto che le immagini per gli ostacoli si stringevano in larghezza salendo verticalmente, risultando molto vuote. La differenza è osservabile in Figura 36, dove vengono messe a confronto un'immagine del prototipo di medio livello e uno screenshot di una partita di *Subway Surfer*, una delle principali *reference* nella produzione del gioco.

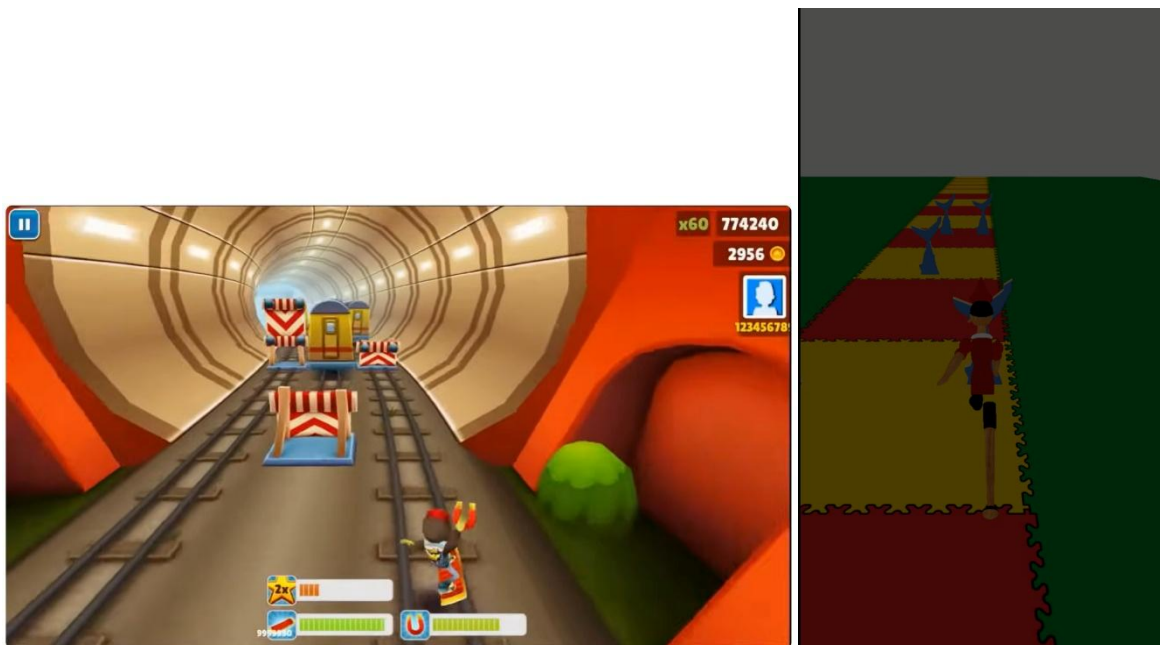


Figura 36: confronto tra Subway Surfer e il prototipo di medio livello

In questo frangente è stata inoltre rivalutata la gestione del tracciato di gioco. Originariamente era previsto l'istanziamento dinamico dei *tile* che compongono il percorso, soluzione classica nella realizzazione degli *endless runner* per gestire scenari teoricamente infiniti. Poiché in questo caso la partita dura meno di un minuto e grazie a delle prestazioni sufficientemente stabili del sistema, è stato possibile istanziare fin da subito l'intero paesaggio, evitando il fenomeno del chunking, ovvero la comparsa improvvisa dei blocchi successivi durante l'avanzamento del gioco.

Un altro significativo cambiamento riguarda lo stile del percorso: gli utenti non percepivano il sentiero unico come composto da tre corsie e per questo motivo è stato suddiviso per aumentare l'*affordance* della scena.

In questa fase è stato anche avviato lo studio delle interfacce, descritto nel dettaglio in 3.4.3. Il *playtesting* ha fatto emergere possibili usi impropri del controller e comportamenti inattesi da parte degli utenti, che hanno reso necessario un affinamento nel sistema di input.

Da queste osservazioni, nate vagliando casi limite e considerando le possibili interazioni delle diverse fasce di età, sono derivate soluzioni come il meccanismo di isteresi e il filtraggio nel tempo e nello spazio del segnale. Questi accorgimenti hanno permesso di includere i due diversi approcci al controller, continuo e discreto, e di rimuovere rumore derivato da movimenti involontari, rendendo così più robusta e affidabile l'interfaccia.

3.4.4.3 *Playtesting finale e polishing*

Una volta confermate meccaniche e funzionalità principali del gioco, l'ultima fase di *playtesting* si è concentrata sul *look and feel* dell'esperienza, sia dal lato videoludico che rispetto alla rappresentazione del personaggio di Pinocchio.

Il processo di test si è quindi focalizzato su diversi aspetti:

- Verificare che l'ambiente di gioco non distogliesse l'attenzione dal personaggio di Pinocchio e dall'azione principale, per mantenere il burattino come fulcro visivo.
- Controllare la risposta emotiva alle musiche, osservando quali sensazioni suscitassero nei giocatori per valutarne la coerenza con i diversi momenti della partita.
- Valutare l'impatto della presenza di Mangiafuoco, affinché risultasse una presenza percepibile e minacciosa, ma che non fosse invadente rispetto al *gameplay*.
- Giudicare la coerenza stilistica e visiva, affinché ambienti e ostacoli fossero in sintonia tra di loro.
- Validare il sistema di feedback del gioco, per assicurarsi che ogni azione del giocatore producesse una risposta chiara e percepibile.
- Verificare la comprensibilità dei passaggi tra scene, in modo che fossero leggibili pur rimanendo nascosti tecnicamente.

3.5 Build del progetto

Il processo di realizzazione del gioco si è concluso con la *build* finale del progetto, che rappresenta il passaggio dall'ambiente di sviluppo all'autosufficienza del software, che può così essere eseguito in autonomia.

Questa fase presenta spesso alcune criticità funzionali, dovute in gran parte alla gestione del *timing* delle chiamate alle funzioni. Durante lo sviluppo all'interno dell'editor del motore di gioco, infatti, quando le funzioni possiedono la stessa priorità gerarchica, il sistema sceglie autonomamente e arbitrariamente l'ordine di esecuzione. Questo comportamento può risultare stabile nello stesso ambiente di sviluppo, ma non è garantito durante la fase di building o durante l'utilizzo su dispositivi differenti.

Di conseguenza, esportando la *build* l'ordine di esecuzione potrebbe variare, generando comportamenti inattesi e malfunzionamenti. Nel progetto "Zaino Perfetto" questo si era tradotto in una lunga fase di debugging e di modifica, protrattasi oltre la fase di *deploy* per assicurare il comportamento corretto anche su dispositivi diversi da quello di programmazione. Tra i problemi più comuni erano presenti validazioni su oggetti non ancora istanziati dal codice oppure cicli inaccessibili a causa del timing modificato.

Nel caso del presente progetto, tuttavia, la lunga fase di *playtesting*, unita all'architettura modulare e basata su eventi, ha contribuito a ridurre significativamente queste problematiche. La sequenzialità delle azioni non è affidata all'ordine implicito di esecuzione delle funzioni da parte del motore, ma è determinata esplicitamente dalla logica e dai segnali emessi dai diversi nodi.

Questo ha garantito un comportamento coerente anche nella fase di *building* e nell'utilizzo dell'applicazione su dispositivi differenti, garantendo il corretto funzionamento fin dalle prime versioni esportate.

Con la realizzazione della build si conclude quindi la fase progettuale e di sviluppo del gioco e si apre la ricerca alle successive analisi dei risultati ottenuti e alle discussioni critiche del progetto.

4 Risultati e discussioni

Il presente capitolo si pone a conclusione del processo di ricerca delle interfacce tangibili e la loro applicazione museale. Obiettivo della sezione è presentare i dati raccolti mediante la somministrazione di questionari finalizzati a valutare l'esperienza utente.

In particolare, lo studio si basa sull'utilizzo di due strumenti: lo User Experience Questionare¹⁴, impiegato per stimare il valore dell'interfaccia tangibile e il suo contributo all'esperienza interattiva complessiva, e un questionario creato ad hoc, basato sulla scala Likert, volto a quantificare la qualità narrativa e transmediale dell'*infinite runner*.

A integrazione dell'indagine quantitativa sono stati raccolti anche alcuni elementi qualitativi, relativi all'approccio degli utenti al gioco, osservando il loro comportamento durante l'interazione con il sistema.

Nella parte finale del capitolo i dati raccolti vengono interpretati alla luce dell'impatto di questo tipo di interazioni nel contesto museale, tenendo conto dei limiti derivanti da una sperimentazione condotta al di fuori dell'ambiente museale reale.

4.1 Metodologia di ricerca

La ricerca è stata svolta in un ambiente controllato presso il Collegio Einaudi San Paolo di Torino. Il campione analizzato presenta una distribuzione equilibrata rispetto al genere e comprende partecipanti con un'età compresa tra i 18 e i 25 anni.

Per rendere la raccolta dei dati quanto più possibile comparabile con l'esperienza museale finale, è stata ricostruita un'interfaccia lignea con caratteristiche analoghe a quella prevista per l'installazione ed utilizzata la stessa *build* presente nel museo. Inoltre, ai partecipanti è stato fornito uno sfondo informativo comparabile a quello assimilato nel terzo di percorso museale che precede l'arrivo all'installazione *Legnozago*.

¹⁴ <https://www.ueq-online.org/>

Durante la fase di test agli utenti non è stato spiegato né il funzionamento dell'interfaccia né lo scopo del gioco, in modo da osservare il comportamento spontaneo e valutare l'*affordance* dell'interazione.

Gli obiettivi della ricerca erano i seguenti:

- Determinare la tendenza d'impugnatura della croce da burattinaio, fenomeno emerso anche in 3.4.3.3.
- Determinare quante partite vengono giocate da ciascun partecipante, per valutare la scelta di un mondo generato proceduralmente.
- Valutare l'utilizzabilità dell'interfaccia, attraverso la somministrazione del questionario UEQ.
- analizzare l'impatto della narrazione transmediale e l'interesse verso questo tipo di esperienza interattiva.

4.2 Lo User Experience Questionare

L'User Experience UEQ prevede la compilazione di 26 domande relative all'esperienza di fruizione del prodotto, valutate attraverso una scala differenziale a sette punti.

Il questionario è organizzato in sei macroaree, ciascuna dedicata a un diverso aspetto della qualità di esperienza utente:

- Attrattività, che rappresenta l'impressione generata dall'utente sul prodotto.
- Apprendibilità, che valuta se è facile familiarizzare con il prodotto e imparare ad usarlo.
- Efficienza, che misura se l'utente può risolvere i compiti senza sforzo inutile.
- Controllabilità, che riguarda la percezione del giocatore sul controllo dell'interazione.
- Stimolazione: che valuta quanto il prodotto stimola l'uso da parte dell'utente.
- Originalità, che analizza il design del prodotto, è creativo e la capacità di catturare l'interesse dell'utente.

Oltre a questa suddivisione, i risultati possono essere interpretati anche attraverso tre indicatori aggregati, come visibile in Figura 37:

- Attrattività: che rappresenta la valutazione complessiva del prodotto e sintetizza tutte le macroaree.
- Qualità pragmatica: che contiene efficienza, apprendibilità, controllabilità e descrive quindi l'utilità e la funzionalità del sistema.
- Qualità edonica: che contiene stimolazione, e originalità e riguarda le capacità di generare interesse e coinvolgimento.

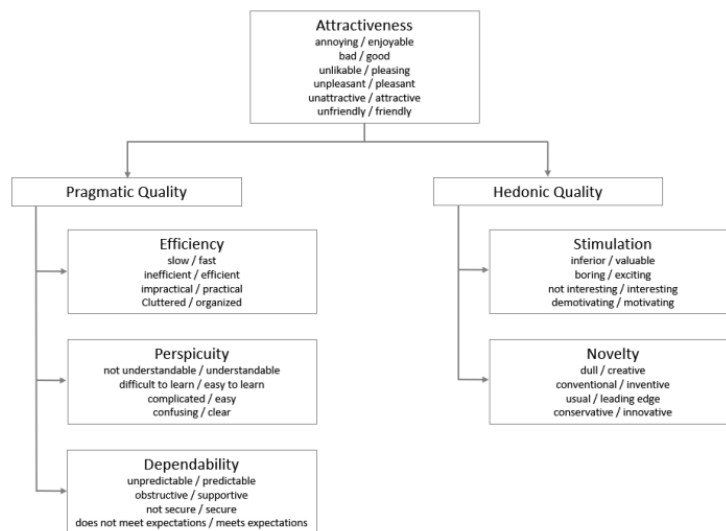


Figura 37: UEQ ripartizione delle categorie¹⁵

I valori delle singole domande vengono successivamente scalati e normalizzati in un intervallo tra -3 (estremamente negativo) e 3 (estremamente positivo). Tuttavia, il gruppo di ricerca che ha realizzato l'UEQ suggerisce di considerare come intervallo di riferimento i valori tra -2 e 2, data la tendenza dei benchmark a evitare un forte sbilanciamento nella valutazione.

In generale è da considerarsi positivo ogni valore superiore a 0.8 e negativo ogni valore sotto il -0.8. Inoltre, il sistema di analisi consente inoltre di individuare valori anomali, che possono derivare da una cattiva comprensione delle domande da parte dei partecipanti.

¹⁵ <https://www.ueq-online.org/>

4.3 Il questionario di gioco

Il questionario relativo alla narrazione e all'esperienza di gioco è stato concepito come strumento complementare al UEQ, con l'obiettivo di delineare in maniera più precisa l'impatto delle scelte tecniche e progettuali che hanno caratterizzato il processo produttivo.

Una prima serie di domande è stata progettata per analizzare la capacità del gioco di favorire uno stato di coinvolgimento e *flow* da parte dell'utente.

Le domande comprendevano:

- L'intuitività della risposta di gioco agli input utente.
- Il contributo dell'interfaccia all'immersione nell'esperienza di gioco.
- La coerenza tra le azioni del personaggio e i movimenti dei burattini.
- La facilità nel controllare Pinocchio.
- Il senso generale di coinvolgimento durante la partita.
- Il contributo di musica, feedback visivi e animazioni nella mediazione delle emozioni e del ritmo dell'esperienza.

Una seconda serie di domande è stata invece dedicata alla possibile declinazione dei musei in chiave interattiva, con l'obiettivo di valutare la percezione degli utenti rispetto al ruolo delle installazioni ludiche e partecipative all'interno del contesto museale. In questo ambito sono stati considerati:

- L'apporto dell'esperienza interattiva alla memorabilità del museo.
- La percezione della necessità nei musei classici di un rinnovamento sistemico.
- Il livello di curiosità suscitato da un museo che integri esperienze di questo tipo.

A completare il questionario è stata inserita una domanda sulla dimestichezza dei partecipanti con il medium videoludico e una domanda aperta, finalizzata a raccogliere osservazioni qualitative sugli aspetti percepiti come efficaci e su quelli fuori fuoco.

4.4 Analisi dei dati

Il primo dato rilevante ai fini della ricerca riguarda l'eterogeneità nella familiarità degli utenti con il medium videoludico. La media delle risposte alla domanda relativa alla dimestichezza con i videogiochi, espressa su scala Likert, si attesta sul 3.0, sottolineando una conoscenza discreta del medium da parte del campione analizzato.

Per quanto riguarda il Questionario sulla narrazione e sull'esperienza di gioco, gli intervistati concordano sulla capacità delle soluzioni interattive di suscitare interesse e sulla loro curiosità nel visitare un museo che integri simili esperienze. Questi dati sottolineano le potenzialità di una declinazione interattiva del medium museale, in cui le soluzioni transmediali progettate ad hoc trasformano il percorso classico in un'esperienza attiva e partecipata.

Particolarmente apprezzata risulta anche la capacità del gioco di generare uno stato di *flow*, nonostante la breve durata delle singole partite. Questo risultato appare sostenuto dai feedback visivi e sonori, che contribuiscono a mantenere alto lo stato di immersione durante l'esperienza.

Durante la fase di osservazione è inoltre emersa una chiara tendenza degli utenti a giocare partite multiple, spesso con l'obiettivo di provare entrambi gli esiti del gioco. Questo comportamento, osservabile in Figura 38, sottolinea l'utilità della generazione procedurale degli ostacoli, per rendere varia e stimolante l'esperienza ludica.



Figura 38: Tendenza a giocare più di una partita

I valori emersi dallo UEQ sono tutti al di sopra della soglia di positività. Come osservabile in Figura 39, uno degli aspetti maggiormente sottolineati è l'apprendibilità dell'interfaccia, un elemento particolarmente rilevante in un contesto museale, in cui non è possibile dedicare molto tempo a spiegarne l'utilizzo. Risultano inoltre elevati anche i valori relativi all'attrazione e innovazione dell'interfaccia, che rafforzano l'idea di una soluzione progettata su misura piuttosto che un'interfaccia preconfezionata o standard.

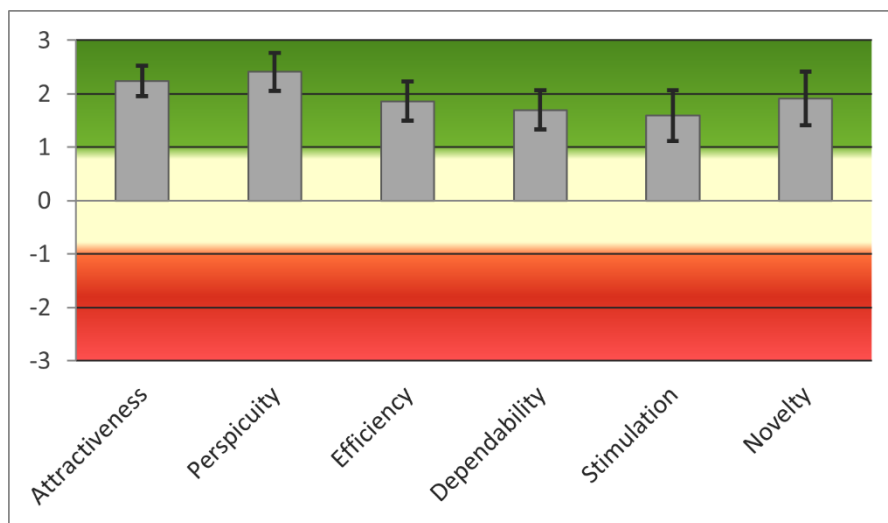


Figura 39: risultati della media sulle sei macroaree

Anche i dati aggregati delineano una interfaccia tangibile percepita come attrattiva e coerente con lo scopo per cui è stata realizzata.

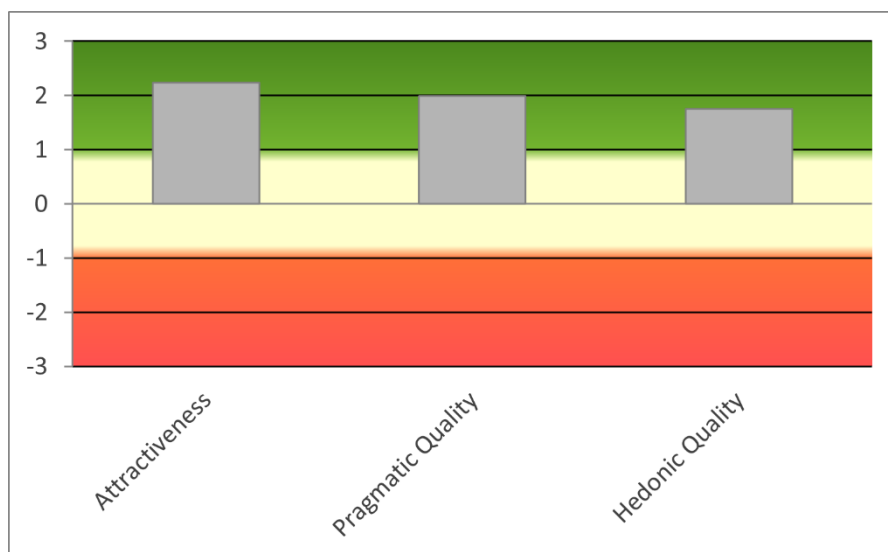
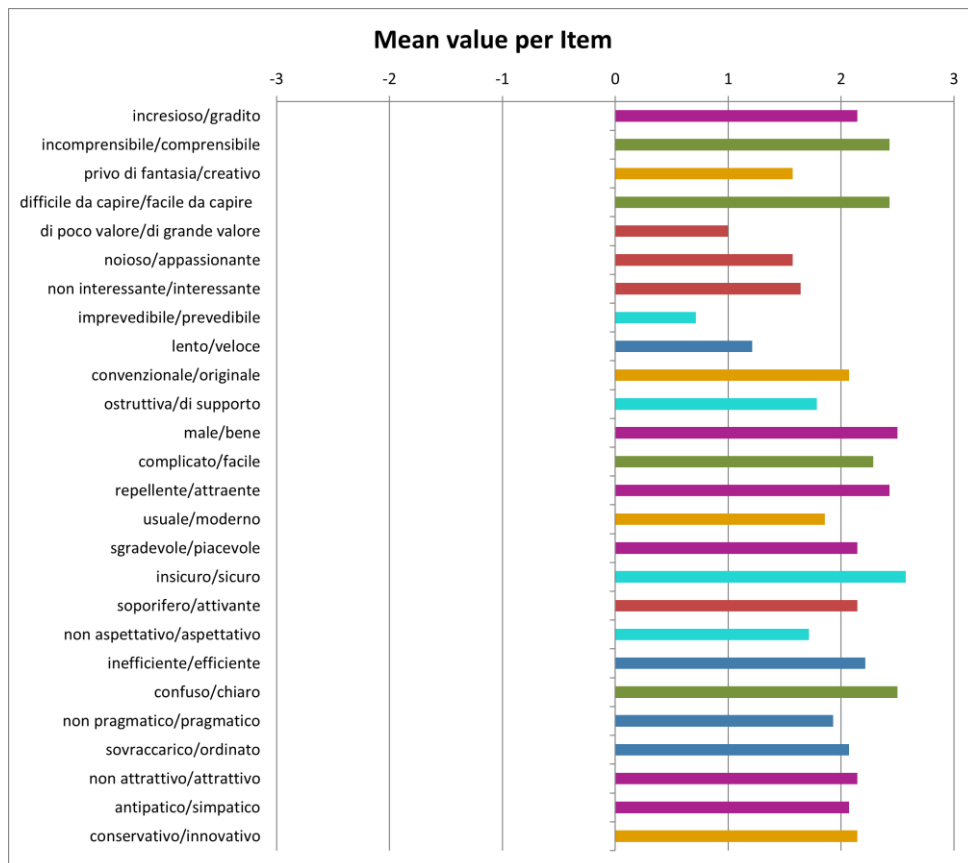


Figura 40: Qualità pragmatiche e edoniche emerse



Le analisi presentate in 3.4.3.1, relative all'impugnatura della croce da burattinaio e che hanno portato all'implementazione dell'isteresi nell'*InputBridge*, trovano ulteriore conferma empirica nella fase di testing con gli utenti. Come osservabile in Figura 41, non emerge una modalità di utilizzo dominante rispetto alle altre. Questo risultato unito ai risultati positivi dell'UEQ, suggerisce che il lavoro svolto in fase di *playtesting* è stato determinante per garantire l'accessibilità e la robustezza dell'interfaccia, rendendola utilizzabile indipendente dalla modalità di impugnatura prescelta.

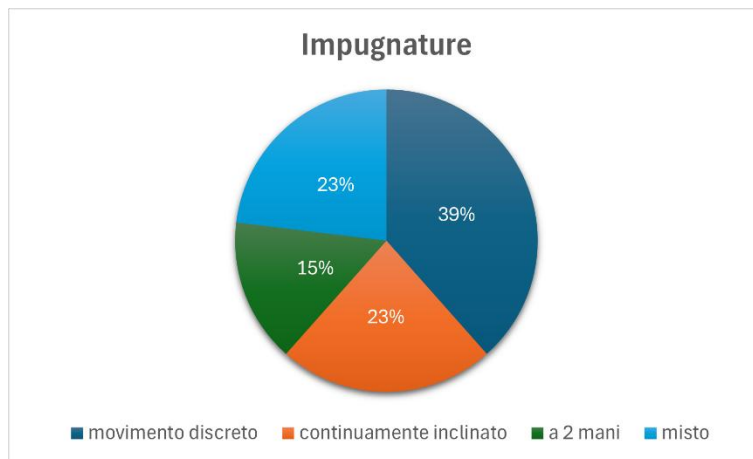


Figura 41: tendenza nell'uso delle impugnature

5 Conclusioni

Il presente lavoro ha indagato le possibilità educative dell'utilizzo di narrazioni transmediali e dell'implementazione di interfacce tangibili all'interno della mediazione culturale.

Oggetto della ricerca è stato un *endless runner* dedicato alla figura di Pinocchio della Valle Strona, installato presso Le Fabbriche del Gioco di Omegna. Questo *exhibit* ha permesso di analizzare quali sono le conseguenze dell'applicazione di interazioni fisiche, transmedialità e linguaggi videoludici all'interno dei contesti museali.

5.1 Limiti eventuali del progetto

Nonostante i risultati largamente positivi, il progetto presenta alcuni limiti che devono essere tenuti in considerazione nell'interpretazione dei dati e nello sviluppo di future applicazioni.

5.1.1 I limiti del casual game e di chi non vuole giocare

Il primo limite riguarda la natura stessa dell'esperienza ludica proposta. L'*infinite runner* rientra nella categoria dei casual game, presentati in 2.2.1, caratterizzati da partite semplici e di breve durata, da regole immediate e da una bassa soglia di apprendimento.

Queste caratteristiche risultano particolarmente adatte al contesto museale, in cui il tempo di interazione è spesso limitato e l'esperienza deve essere accessibile anche ad utenti che non possiedono dimestichezza con il medium videoludico.

Tuttavia, l'implementazione di un gioco di questo tipo può generare anche attrito in quella categoria di visitatori che non è interessata a interagire con esperienze ludiche o che preferisce mediazioni culturali più tradizionali.

Il pubblico museale è infatti spesso eterogeneo e non tutti i visitatori sono disposti a partecipare a sessioni attive di gioco. Per questo motivo è importante realizzare

esperienze che possano essere comprese anche da uno spettatore esterno e che non necessitino il coinvolgimento diretto per essere apprezzate.

In questo senso è opportuno mirare ad un equilibrio tra semplicità e profondità dell'esperienza, che rappresenta una delle principali sfide progettuali.

Infine, la transmedialità, che nella sua essenza contempla la fruizione modulare dei contenuti, diventa uno strumento fondamentale nella progettazione dell'intero percorso museale.

5.1.2 Spazi nuovi vs incastonamento delle installazioni

Un secondo limite riguarda il rapporto tra installazione interattiva e spazio museale. Molto spesso le esperienze digitali devono essere inserite all'interno di spazi già esistenti e non progettate per ambienti nuovi.

Questo aspetto è particolarmente significativo poiché comporta una serie di vincoli legati a fattori quali il flusso di visitatori e la dimensione degli spazi espositivi. Nel caso di un'esperienza interattiva si aggiungono inoltre dettagli come il tempo di fruizione, la coerenza stilistica, la presenza o meno di sufficiente spazio di interazione e l'attenzione al target preesistente.

Di conseguenza la progettazione di installazioni basate su interfacce tangibili e narrazioni transmediali deve tener conto non soltanto della componente ludica e tecnologica, ma anche quella logistica propria dell'ambiente museale.

5.2 Ambiti applicativi

Le soluzioni sviluppate nell'ambito della ricerca non si limitano al caso specifico dell'installazione dedicata a Pinocchio, ma suggeriscono possibili applicazioni in diversi ambiti.

In primo luogo, le interfacce tangibili possono trovare applicazione nel contesto museale e nelle mostre interattive, dove l'attenzione al gesto e alla dimensione del materiale può arricchire e completare l'esperienza di fruizione.

Un secondo ambito applicativo riguarda il settore educativo e formativo, nel quale l'utilizzo delle TUI può diventare un potente strumento per favorire forme di apprendimento basate sulla partecipazione attiva e sull'esplorazione diretta. Introdurre l'utente alla manualità e agli strumenti in un ambiente controllato e sicuro può rappresentare una forma di apprendimento che anticipa e integra l'esperienza pratica sul campo.

Infine, la declinazione di narrazioni transmediali nell'ambito di divulgazione culturale e scientifica permette di sfruttare completamente il potenziale comunicativo di tutti i media coinvolti. Spesso, nella produzione di contenuti, il messaggio finisce per adattarsi alle caratteristiche della piattaforma su cui viene pubblicato, privilegiando le modalità espressive più efficaci per quel contesto specifico. In questo tipo di narrazioni, invece, è il contenuto a mantenere un ruolo centrale, potendo essere declinato attraverso linguaggi differenti senza perdere la propria identità narrativa, ma anzi traendo vantaggio dalle diverse possibilità espressive offerte dai vari media.

5.3 Conclusione

La ricerca condotta dimostra come l'integrazione tra interfacce tangibili e narrazione transmediale possa arricchire e potenziare la mediazione culturale. L'installazione dedicata alla figura del Pinocchio della Valle Strona evidenzia come il medium videoludico possa superare la funzione di intrattenimento per diventare un dispositivo capace di favorire una fruizione attiva e memorabile dei contenuti.

In particolare, l'utilizzo della croce da burattino introduce nell'esperienza una dimensione performativa del gioco. Il visitatore non si limita a controllare un personaggio digitale attraverso un dispositivo astratto, ma riproduce fisicamente il gesto del burattinaio, stabilendo una connessione diretta tra azione e narrazione. L'attenzione ai materiali, inoltre, permette di valorizzare la dimensione artigianale e farla diventare parte integrante dell'esperienza museale.

Questo approccio consente di spostare la narrazione ludica da una dimensione puramente sistemica, legata al *game* inteso come sistema di regole e meccaniche, verso

una dimensione esperienziale e interattiva riconducibile al *play*, in cui il visitatore si trova ad interpretare il ruolo proposto dal dispositivo tangibile.

In questo senso, l'integrazione tra interfacce tangibili e narrazione transmediale permette di trasformare il museo in uno spazio dell'esperienza attiva, in cui il pubblico diventa parte del processo interpretativo e di mediazione culturale.

6 Lista delle figure

Figura 1: Classificazione delle attività ludiche secondo Caillois (Caillois 1958)	14
Figura 2 Matrice delle soluzioni mediali game based	17
Figura 3: L'evoluzione dell'economia del valore per Pine e Gilmore.....	19
Figura 4: I due tipi di motivazione nella teoria dell'autoaffermazione	20
Figura 5: Ciclo di apprendimento esperienziale di Kolb.....	22
Figura 6: le istituzioni partecipate per Nina Simon (Simon 2010)	26
Figura 7: linea del tempo delle prime interfacce HCI	27
Figura 8 il modello compito azione di Norman	28
Figura 9: le caratteristiche delle interfacce tangibili (Ullmer e Ishii 2000)	31
Figura 10: la nave Saturnia di Cardini	35
Figura 11: Cookie, la prima cucina giocattolo	36
Figura 12: pinocchio della Valle Strona.....	37
Figura 13: le zone di sviluppo	38
Figura 14: L'Arcimboldo Pinocchio generato selezionando martello e ferro da stiro.....	40
Figura 15: lo stato di flow.....	47
Figura 16: l'icona della vita di pinocchio, completamente piena.....	48
Figura 17: le tre fasi della rottura del cuore	48

Figura 18: fase di loop iniziale	49
Figura 19: due fotogrammi della fase di tutorial.....	50
Figura 20: fase di loop bloccante	50
Figura 21: come appare la tenda chiusa durante la fase di Loop Bloccante	51
Figura 22: reference che ha influenzato l'acconciatura e i piedi del modello.....	55
Figura 23: reference che ha influenzato la pittura di occhi, bocca e guance	56
Figura 24: reference che ha influenzato forma degli arti, forma del naso e proporzioni .	56
Figura 25: il modello high poly	58
Figura 26: il modello low poly	59
Figura 27:texture della testa di pinocchio, in senso orario, color, normal, specular, roughness.....	62
Figura 28: la prima versione di Pinocchio, con l'anca piatta e il naso cilindrico	63
Figura 29: la versione definitiva di Pinocchio, con anca sferica, naso conico e verde del pantaloncino più acceso.....	63
Figura 30: il rig definitivo.....	65
Figura 31: il sistema rocking rig.....	66
Figura 32: il cambio di Pivot nella gamba originale	67
Figura 33: il run cycle usato come riferimento per la corsa (Williams 2001)	68
Figura 34: diagramma del controllo per la generazione ostacoli	77
Figura 35: prototipo di basso livello.....	87
Figura 36: confronto tra Subway Surfer e il prototipo di medio livello	88
Figura 37: UEQ ripartizione delle categorie	93

Figura 38: Tendenza a giocare più di una partita	95
Figura 39: risultati della media sulle sei macroaree	96
Figura 40: Qualità pragmatiche e edoniche emerse	96
Figura 41: tendenza nell'uso delle impugnature	98

7 Bibliografia

Abt, Clark C. 1970. *Serious Game*.

Barthes, Roland. 1957. *Mythologies*.

Benjamin, Walter. 1936. *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*.

Bennett, Tony. 1995. *The Birth of the Museum: History, Theory, Politics*. Culture : Policies and Politics. Routledge.

Caillois, Roger. 1958. *Les Jeux et les hommes: le masque et le vertige*.

Csikszentmihalyi, Mihaly. 1990. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*.

De Varine, Huges. 2017. *L'écomusée singulier et pluriel. Un témoignage sur cinquante ans de muséologie communautaire dans le monde*.

Deci, Edward L., e Richard M. Ryan. 2008. «Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health». *Canadian Psychology / Psychologie canadienne* (US) 49 (3): 182–85. <https://doi.org/10.1037/a0012801>.

Deterding, Sebastian. 2015. *The Gameful World: Approaches, Issues, Applications*.

Dewey, John. 1938. *Experience and Education*.

Eco, Umberto. 1975. *Trattato Generale di Semiotica*.

Foucault, Michael. 1975. *Surveiller et punir: Naissance de la prison*.

Gee, James. 2003. «What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy». *Computers in Entertainment* 1 (ottobre): 20. <https://doi.org/10.1145/950566.950595>.

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich. 1835. *Vorlesungen über die Ästhetik*.

Hein, George E. 1998. *Learning in the Museum*.

Hooper-Greenhill, Elian. 2000. *Museums and the Interpretation of Visual Culture*.

Huizinga, Johan. 1938. *Homo Ludens*.

Ishii, Hiroshi. 2008. «Tangible Bits: Beyond Pixels». Atto di convegno presented a TEI08: Conference on Tangible and Embedded Interaction 2008. *Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, febbraio 18. <https://doi.org/10.1145/1347390.1347392>.

Jenkins, Henry. 2006. *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*.

- Jenkins, Henry. 2007. «Transmedia Storytelling 101 — Pop Junctions». marzo 21. http://henryjenkins.org/blog/2007/03/transmedia_storytelling_101.html.
- Jenkins, Henry. 2009. «The Revenge of the Origami Unicorn: Seven Principles of Transmedia Storytelling (Well, Two Actually. Five More on Friday) — Pop Junctions». Henry Jenkins, dicembre 12. http://henryjenkins.org/blog/2009/12/the_revenge_of_the_origami_uni.html.
- Juul, Jesper. 2010. *A Casual Revolution: Reinventing Video Games and Their Players*.
- Kim, Ryan. 2008. «Game Designers Focus on Girls». SFGATE, ottobre 6. <https://www.sfgate.com/tech/article/game-designers-focus-on-girls-3266775.php>.
- Kolb, David. 1984. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*.
- «Learning by doing: da John Dewey a oggi». 2025. <https://digidavvero.dd-company.it/learning-by-doing-john-dewey>.
- Marczewski, A. 2015. *Game Thinking. Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*.
- Mitchell, Alice, e Carol Savill-Smith. 2004. *The use of computer and video games for learning*.
- Moholy-Nagy, László. 1947. *Vision in Motion*. Con un contributo di Internet Archive. Chicago : P. Theobald. <http://archive.org/details/visioninmotion00moho>.
- Norman, Donald. 1988. *The Psychology of Everyday Things*.
- Pine II, B. Joseph, e James H. Gilmore. 1998. «Welcome to the Experience Economy». Economic Cycles and Trends. *Harvard Business Review*, luglio 1. <https://hbr.org/1998/07/welcome-to-the-experience-economy>.
- «Power of Play: 2025 Global Video Games Report». 2025. *The ESA*. <https://www.theesa.com/resources/the-global-power-of-play-report/>.
- Simon, Nina. 2010. *The Participatory Museum*.
- Sutherland, Ivan Edward. 1963. *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System*.
- «The Participatory Museum: An interview with Nina Simon». 2012. <https://uxpod.com/episodes/the-participatory-museum-an-interview-with-nina-simon.html>.
- Ullmer, B., e H. Ishii. 2000. «Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces». *IBM Systems Journal* 39 (3.4): 915–31. <https://doi.org/10.1147/sj.393.0915>.
- Vygotskij, Lev. 1990. *Pensiero e linguaggio. Ricerche psicologiche*.

Williams, Richard. 2001. *The Animator's Survival Kit*.

Winnicott, Donald. 1971. *Gioco e realtà*.