



Centres universitaris adscrits a la



Grau en Disseny i Producció de Videojocs

Heads-Up Display per First Person Shooter de realitat virtual: Investigació de l'experiència d'usuari i usabilitat amb diferents tipus de representacions dels elements

MEMORIA FINAL

Darian Badia Noguero

Tutor: Dr. Adso Fernández Baena

2023 - 2024



Dedicatòria

Als meus pares, per ser els pilars de la meva vida gracies als quals soc qui soc.

Agraïments

A la meva parella pel seu suport incondicional.

Al meu tutor per la seva infinita ajuda.

Al grupet d'amics que m'ha donat ànims al llarg d'aquest treball.

Als meus gats per ser els meus animals de suport emocional.

Resum

Aquest treball consisteix en l'estudi dels elements del *heads-up display* (HUD) en videojocs *First Person Shooter* (FPS) per a entorns de realitat virtual (VR). En primer lloc s'estudien les interfícies d'usuari de diferents jocs FPS en VR per tal d'analitzar quines són les representacions més comunes, definir una sèrie de HUDs, i mitjançant el desenvolupament d'un prototip de joc FPS en VR testejar les preferències dels usuaris a partir de qüestionaris i sessions de joc. Els resultats mostren que hi ha elements del HUD amb més rellevància pels jugadors, com la vida o la forma d'apuntar, mentre que altres no tenen tanta importància, com la munició o la selecció d'objectes.

Resumen

Este trabajo consiste en el estudio de los elementos del *heads-up display* (HUD) en videojuegos *First Person Shooter* (FPS) para entornos de realidad virtual (VR). En primer lugar, se estudian las interfaces de usuario de diferentes juegos FPS en VR para analizar cuáles son las representaciones más comunes, definir una serie de HUDs, y mediante el desarrollo de un prototipo de juego FPS en VR testar las preferencias de los usuarios a partir de cuestionarios y sesiones de juego. Los resultados muestran que hay elementos del HUD con más relevancia por los jugadores, como la vida o la forma de apuntar, mientras que otros no tienen tanta importancia, como la munición o la selección de objetos.

Abstract

This work consists of the study of the elements of the heads-up display (HUD) in First Person Shooter (FPS) video games for virtual reality environments (VR). First, the user interfaces of different VR FPS games are studied in order to analyse which are the most common representations, define a series of HUDs, and through the development of a prototype of FPS game in VR test user preferences from questionnaires and game sessions. The results show that there are HUD elements that are most relevant to players, such as life or aim, while others are not as important, such as ammunition objects selection.

Índex

1.	Introducció	1
2.	Objectius	5
2.1.	Objectiu principal	5
2.2.	Objectius secundaris	5
3.	Antecedents de recerca	7
3.1.	Interfície d'usuari en 2D, 3D o per veu?	7
3.2.	Avaluació de les directrius de GUI en jocs VR	11
4.	Marc teòric	19
4.1.	Interfícies	19
4.1.1.	<i>Human Computer Interaction</i>	19
4.1.2.	<i>User Interface i Graphical User Interface</i>	21
4.1.3.	<i>Heads Up Display</i>	23
4.1.4.	Representacions	24
4.1.4.1.	Elements de HUD	28
4.1.4.2.	Elements geomètrics	28
4.1.4.3.	Elements diegetics	29
4.1.4.4.	Meta representacions	30
4.1.4.5.	Meta percepcions	30
4.1.4.6.	Significadors	31
4.2.	Realitat virtual	32
4.2.1.	Definició de realitat virtual	32
4.2.1.1.	Entorn virtual	33

4.2.1.2.	Immersió	33
4.2.1.3.	Feedback sensorial	33
4.2.1.4.	Interactivitat	33
4.2.2.	Historia de la VR	34
4.3.	<i>Playtesting</i>	37
4.3.1.	<i>Games User Research</i>	37
4.3.2.	Experiència d'usuari i usabilitat	40
4.3.3.	Proces de playtesting	42
4.4.	<i>First Person Shooter</i>	46
4.4.1.	Definició de <i>First Person Shooter</i>	46
4.4.1.1.	Elements de dispar	49
4.4.1.2.	Dispositius de dispar	50
4.4.2.	Estils de joc	53
4.4.3.	Accions	54
4.4.4.	Elements clau dels HUDs dels FPS	56
5.	Disseny metodològic i cronograma	59
5.1.	Fase 1: Estudi	59
5.1.1.	Selecció	59
5.1.2.	Anàlisi	59
5.2.	Fase 2: Prototip	59
5.2.1.	Joc base	60
5.2.2.	Disseny	60
5.2.3.	Implementació	60
5.3.	Fase 3: <i>Playtesting</i>	60

5.3.1.	Disseny de l'estudi	61
5.3.2.	Tests	61
5.3.3.	Anàlisi	61
5.4.	Cronograma	61
6.	Resultats	63
6.1.	Fase 1: Estudi	63
6.1.1.	Selecció	63
6.1.2.	Anàlisi	64
6.1.2.1.	Pavlov VR	64
6.1.2.2.	<i>Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades</i>	68
6.1.2.3.	<i>Superhot VR</i>	70
6.1.2.4.	<i>Arizona Sunshine</i>	72
6.1.2.5.	<i>The Walking Dead: Saints & Sinners</i>	77
6.1.2.6.	<i>Half-Life: Alyx</i>	82
6.1.2.7.	<i>Boneworks</i>	86
6.1.2.8.	<i>Into the Radius VR</i>	90
6.1.2.9.	<i>Bonelab</i>	93
6.1.2.10.	<i>After the Fall</i>	96
6.1.2.11.	Resum	104
6.2.	Fase 2: Prototip	106
6.2.1.	Joc base	106
6.2.2.	Disseny	107
6.2.2.1.	Disseny del joc	107
6.2.2.2.	Disseny dels <i>Heads-Up-Display</i>	108

6.2.3.	Implementació	114
6.3.	Fase 3: <i>Playtesting</i>	115
6.3.1.	Disseny de l'estudi	116
6.3.2.	Tests	116
6.3.3.	Anàlisi	118
6.3.3.1.	Representació de la vida	118
6.3.3.2.	Representació de la munició	120
6.3.3.3.	Representació de l'apuntat	121
6.3.3.4.	Representació de la selecció	123
6.3.3.5.	Anàlisi general	124
7.	Conclusions	129
7.1.	Valoracions	129
7.2.	Limitacions	131
7.3.	Línies de futur	132
8.	Referenciacions	135
8.1.	Bibliografia	135
8.1.	Ludografia	144
9.	Annexos	147
9.1.	Qüestionaris	147
9.2.	Respostes	147
9.3.	Projecte	148

Índex de figures

Figura 1. Esquema de la representació d'alguns elements de HUD en jocs FPS. Font: Rogers, 2010.	2
Figura 3.1. Exemples de l'aplicació amb la interfície 2D, 3D i per veu respectivament. Font: Weiß et. al., 2018.	8
Figura 3.2. Zones de disposició de contingut. Font: Alger, 2015.	12
Figura 4.1.1. Naturalesa del HCI. Font: ACM SIGCHI, 1992.	20
Figura 4.1.4. Representació de barra de vida diegètica. Font: Visceral Games, 2008.	25
Figura 4.1.4. Representació de HUD no diegètic. Font: Valve, 2023.	25
Figura 4.1.4. Taques de sang al Killzone 2. Font: Guerrilla Games, 2009.	26
Figura 4.1.4. Elements interactuables amb la visió runner. Font: EA DICE, 2008.	27
Figura 4.1.4. Classificació d'elements de GUI. Font: Fagerholt i Lorentzon, 2009.	27
Figura 4.1.4. Espai de disseny en les UI de FPS. Font: Fagerholt i Lorentzon, 2009.	28
Figura 4.1.4.2. Silueta dels companys d'equip (blau) i el vehicle que s'ha de protegir (blanc). Font: Blizzard Entertainment, 2016.	29
Figura 4.1.4.3. Representació del mapa de forma diegètica. Font: Studio Wildcard, Instinct Games, Efecto Studios i Virtual Basement LLC, 2017.	29
Figura 4.1.4.3. Meta representació del mòbil del jugador. Font: Ubisoft, 2014.	30
Figura 4.1.4.5. Meta percepció de dany rebut. Font: Infinity Ward, 2009.	31
Figura 4.1.4.6. Significador de situació perillosa amb ús de bassal de sang. Font: Irrational Games, 2013.	31
Figura 4.2.1. Representació simplificada del continu realitat-virtualitat. Font: Milgram et.al., 1994.	32
Figura 4.2.1. Alineació dels mètodes de GUR acord a les cinc preguntes principals. Font: Medlock, 2018.	38
Figura 4.2.2. Facetes de la UX. Font: Hassenzahl i Tractinsky. 2006.	40

Figura 4.2.2. Model d'atributs d'acceptabilitat d'un sistema. Font: Nielsen, 1993.	41
Figura 4.2.3. Model iteratiu de disseny de jocs. Font: Fullerton, 2019.	42
Figura 4.4.1. Quake. Font: Id Software, Nightdive Studios i MachineGames. 1996.	47
Figura 4.4.1. Helldivers 2. Font: Arrowhead Game Studios, 2024.	47
Figura 4.4.1. Space Invaders. Font: Taito Corporation, 1978.	48
Figura 6.1.2.1. Representació diegetica de la vida. Font: Vankrupt Games, 2017.	65
Figura 6.1.2.1. Representació de la mort del jugador. Font: Vankrupt Games, 2017.	65
Figura 6.1.2.1. Acció de recàrrega de l'arma. Font: Vankrupt Games, 2017.	66
Figura 6.1.2.1. Comparació entre dues de les mires. Font: Vankrupt Games, 2017.	67
Figura 6.1.2.1. Mostra de la selecció d'objectes. Font: Vankrupt Games, 2017.	67
Figura 6.1.2.2. Meta percepció al rebre mal. Font: Rust LTD, 2016.	68
Figura 6.1.2.2. Menú diegetic amb informació de les armes. Font: Rust LTD, 2016.	68
Figura 6.1.2.2. Comparació entre dues formes d'apuntar. Font: Rust LTD, 2016.	69
Figura 6.1.2.2. Comparació entre els elements de selecció. Font: Rust LTD, 2016.	70
Figura 6.1.2.3. Punt de vista del jugador just abans de morir i reiniciar el joc. Font: Superhot Team, 2017.	70
Figura 6.1.2.3. Mostra de l'apuntat amb la pistola. Font: Superhot Team, 2017.	71
Figura 6.1.2.3. Representació de la selecció d'objectes. Font: Superhot Team, 2017.	71
Figura 6.1.2.4. Representació diegètica de la vida del jugador. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	72
Figura 6.1.2.4. Meta percepció. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	73
Figura 6.1.2.4. Representació de la informació sobre la munició restant. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	73
Figura 6.1.2.4. Element espacial. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	74
Figura 6.1.2.4. Element espacial. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	74

Figura 6.1.2.4. Text espacial. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	75
Figura 6.1.2.4. Mostra de la forma d'apuntar amb l'arma. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	75
Figura 6.1.2.4. Arma amb mira. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	76
Figura 6.1.2.4. Element selector. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.	76
Figura 6.1.2.5. Barra de vida diegètica. Font: Skydance Interactive, 2020.	77
Figura 6.1.2.5. HUD de vida i energia. Font: Skydance Interactive, 2020.	77
Figura 6.1.2.5. HUD per lliurar-se de l'atac enemic. Font: Skydance Interactive, 2020.	78
Figura 6.1.2.5. Informació espacial de l'arma. Font: Skydance Interactive, 2020.	78
Figura 6.1.2.5. Informació de la munició restant. Font: Skydance Interactive, 2020.	79
Figura 6.1.2.5. Mapa diegètic de la zona general. Font: Skydance Interactive, 2020.	79
Figura 6.1.2.5. Mapa diegètic de la missió. Font: Skydance Interactive, 2020.	80
Figura 6.1.2.5. Element espacial de navegació. Font: Skydance Interactive, 2020.	80
Figura 6.1.2.5. Forma d'apuntar. Font: Skydance Interactive, 2020.	81
Figura 6.1.2.5. Elements espacials de selecció. Font: Skydance Interactive, 2020.	81
Figura 6.1.2.5. Objecte destacat amb un canvi de <i>shader</i> . Font: Skydance Interactive, 2020.	82
Figura 6.1.2.6. Representació diegetica de la vida. Font: Valve, 2020.	82
Figura 6.1.2.6. Meta percepció al rebre mal. Font: Valve, 2020.	83
Figura 6.1.2.6. Menú espacial amb informació de les armes. Font: Valve, 2020.	83
Figura 6.1.2.6. Comparació de les representacions de la munició. Font: Valve, 2020.	84
Figura 6.1.2.6. Forma d'apuntar amb armes basiques. Font: Valve, 2020.	85
Figura 6.1.2.6. Mostra del visor diegètic. Font: Valve, 2020.	85
Figura 6.1.2.6. Representació diegètica de la selecció d'objectes. Font: Valve, 2020.	86
Figura 6.1.2.7. Meta percepció al tenir baixa vida. Font: Stress Level Zero, 2019.	87

Figura 6.1.2.7. Informació espacial de la munició. Font: Stress Level Zero, 2019.	87
Figura 6.1.2.7. Element espacial per carregar l'arma. Font: Stress Level Zero, 2019.	88
Figura 6.1.2.7. Pintada diegetica per indicar el camí. Font: Stress Level Zero, 2019.	88
Figura 6.1.2.7. Representació de les mires de l'arma. Font: Stress Level Zero, 2019.	89
Figura 6.1.2.7. Element espacial per marcar objectes. Font: Stress Level Zero, 2019.	89
Figura 6.1.2.8. Representació diegetica de la vida. Font: CM Games, 2020.	90
Figura 6.1.2.8. Meta percepció al rebre mal. Font: CM Games, 2020.	90
Figura 6.1.2.8. Representació diegètica del mapa. Font: CM Games, 2020.	91
Figura 6.1.2.8. Representació de la mira de l'arma. Font: CM Games, 2020.	92
Figura 6.1.2.8. Element espacial per seleccionar objectes equipats. Font: CM Games, 2020.	92
Figura 6.1.2.8. Element espacial per seleccionar objectes recol·lectables. Font: CM Games, 2020.	93
Figura 6.1.2.9. Meta percepció quan es rep mal. Font: Stress Level Zero, 2022.	93
Figura 6.1.2.9. Element espacial per recarregar l'arma. Font: Stress Level Zero, 2022.	94
Figura 6.1.2.9. Mapa diegètic de la zona de joc. Font: Stress Level Zero, 2022.	94
Figura 6.1.2.9. Arma amb làser. Font: Stress Level Zero, 2022.	95
Figura 6.1.2.9. Element espacial per seleccionar objectes. Font: Stress Level Zero, 2022.	95
Figura 6.1.2.10. Representació diegètica de la vida. Font: Vertigo Games, 2021.	96
Figura 6.1.2.10. Meta percepció quan el jugador rep mal. Font: Vertigo Games, 2021.	97
Figura 6.1.2.10. Barra de HUD per indicar la direcció de l'atac enemic. Font: Vertigo Games, 2021.	97
Figura 6.1.2.10. Vista del usuari quan li queda poca vida. Font: Vertigo Games, 2021.	98
Figura 6.1.2.10. Element espacial per indicar la direcció de l'enemic proper. Font: Vertigo Games, 2021.	98
Figura 6.1.2.10. Objecte de curació. Font: Vertigo Games, 2021.	99

Figura 6.1.2.10. Elements espacials amb noms i barres de vida dels aliats. Font: Vertigo Games, 2021.	99
Figura 6.1.2.10. Indicador diegètic de la munició. Font: Vertigo Games, 2021.	100
Figura 6.1.2.10. Element espacial per ajudar a recarregar l'arma. Font: Vertigo Games, 2021.	100
Figura 6.1.2.10. Element espacial per indicar les interaccions amb els NPC. Font: Vertigo Games, 2021.	101
Figura 6.1.2.10. Element espacial per indicar la direcció en la que ha d'anar el jugador. Font: Vertigo Games, 2021.	101
Figura 6.1.2.10. Element espacial de la zona on han d'arribar els jugadors. Font: Vertigo Games, 2021.	102
Figura 6.1.2.10. Mira diegètica de l'arma i làser per interaccionar amb menús . Font: Vertigo Games, 2021.	102
Figura 6.1.2.10. Elements espacials per seleccionar objectes recol·lectables. Font: Vertigo Games, 2021.	103
Figura 6.2.1. Taula amb els elements de joc. Font: Elaboració pròpia.	106
Figura 6.2.1. Oculus Rift S. Font: Oculus, 2019.	107
Figura 6.2.2.2. Mostra de <i>gameplay</i> del prototip. Font: Elaboració pròpia.	111
Figura 6.2.2.2. <i>Wireframes</i> de les diferents representacions de la vida. Font: Elaboració pròpia.	112
Figura 6.2.2.2. <i>Wireframes</i> de les diferents representacions per la munició. Font: Elaboració pròpia.	112
Figura 6.2.2.2. <i>Wireframes</i> de les diferents representacions de la selecció d'objectes. Font: Elaboració pròpia.	113
Figura 6.2.2.2. <i>Wireframes</i> de les diferents representacions per l'apuntat. Font: Elaboració pròpia.	113
Figura 6.2.3. Menú d'inici del prototip. Font: Elaboració pròpia.	114
Taula 6.3.2. Organització de tots els <i>playtest</i> ordenats per a cada jugador amb caselles de selecció per controlar els tests ja realitzats. Font: Elaboració pròpia.	117

Figura 6.3.3.1. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS VR respecte les representacions de la vida. Font: Elaboració pròpia. 119

Figura 6.3.3.1. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la vida. Font: Elaboració pròpia. 119

Figura 6.3.3.2. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS VR respecte les representacions de la munició. Font: Elaboració pròpia. 120

Figura 6.3.3.2. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la munició. Font: Elaboració pròpia. 121

Figura 6.3.3.3. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS VR respecte les representacions de la forma d'apuntar. Font: Elaboració pròpia. 122

Figura 6.3.3.3. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la forma d'apuntar. Font: Elaboració pròpia. 122

Figura 6.3.3.4. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la selecció d'objectes. Font: Elaboració pròpia. 123

Figura 6.3.3.4. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la selecció d'objectes. Font: Elaboració pròpia. 124

Figura 6.3.3.5. Valoracions globals de les quatre categories de HUDs. Font: Elaboració pròpia. 126

Figura 6.3.3.5. Box plot de les valoracions dels usuaris per cada tipus de HUD. Font: Elaboració pròpia. 127

Índex de taules

Taula 3.1. Preferència d'interfície acord a diferents paràmetres. Font: Weiß et. al., 2018.	10
Taula 3.2. Directrius de disseny de GUI en VR. Font: Alves et al., 2018.	14
Taula 3.2. Comparativa dels jocs amb les directrius. Font: Alves et al., 2018.	16
Taula 3.2. Importància dels usuaris sobre les directrius. Font: Alves et al., 2018.	18
Taula 4.2.1. Mètodes corresponents a les preguntes més comuns. Font: Medlock, 2018.	39
Taula 4.4.1.2. Característiques i valors per diferents armes. Font: Moore. 2011.	52
Taula 5.4. Cronograma del desenvolupament del projecte. Font: Elaboració pròpia.	62
Taula 6.1.1. Llista dels jocs seleccionats pel seu anàlisi. Font: Elaboració pròpia.	64
Taula 6.1.2.11. Forma de representació de cada joc. Font: Elaboració pròpia.	105
Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de la vida. Font: Elaboració pròpia.	109
Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de la munició. Font: Elaboració pròpia.	110
Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de l'apuntat. Font: Elaboració pròpia.	110
Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de la selecció. Font: Elaboració pròpia.	110

Glossari de termes

VR: Realitat virtual, de l'anglès *virtual reality*.

FPS: First Person Shooter.

HCI: Human-Computer Interaction.

UI: Interfície d'usuari, de l'anglès *user interface*.

GUI: Interfície gràfica d'usuari, de l'anglès *graphic user interface*.

HUD: Heads-up display.

1. Introducció

La realitat virtual és una tecnologia que permet als usuaris entrar en un món artificial en 3D a través del qual poden observar l'entorn que els envolta, moure's i interactuar amb els diferents elements que hi siguin dins, fent que aquesta tecnologia permeti crear diferents experiències immersives (Pimentel i Teixeira, 1993). Per altra banda, les interfícies d'usuari són aquelles parts d'un sistema informàtic amb les que un usuari pot entrar en contacte, aquestes parts poden ser de forma física, com seria a través d'un comandament o un teclat, o de forma virtual, com podrien ser els menús d'un videojoc (Schell, 2015).

Concretament, les interfícies d'usuari de dispositius com ordinadors, mòbils o *tablets* s'han assentat amb una sèrie de components que normalment no són apropiats pels entorns no tradicionals d'avui en dia com els de la VR, per la qual cosa aquests nous sistemes d'experiències immersives necessiten una sèrie de nous components per tal de mostrar la informació adequadament, tot i ser diferent de la ordinària (LaViola et al, 2017).

Per tant, aquest problema també s'aplica a l'hora de plantejar les interfícies d'usuari dels videojocs en realitat virtual, especialment a mesura que continua creixent la demanda d'experiències de joc més immersives i realistes, raó per la qual aquest treball es centra en la recerca de les millors praxis a l'hora de dissenyar una UI en jocs *First Person Shooter*, ja que al ser un dels gèneres més freqüents en aquest àmbit a la plataforma *Steam* (Foxman et al, 2020, p.4) és on més útils poden resultar els resultats de la recerca, sobretot tenint en compte que el disseny de la interfície d'usuari gràfica en jocs *First Person Shooter* és important en aspectes com el rendiment que tenen els jugadors segons la representació que se'ls hi mostri dels diferents elements del *Heads-Up-Display*, i segons la distribució en la qual es mostrin (Tran i Berg, 2021).

D'aquesta manera, aquest treball aprofundeix per tal de discernir quines són les millors pràctiques a l'hora de dissenyar un *Heads-Up-Display* per videojocs de gènere *First Person Shooter* en realitat virtual. D'entrada analitzant els *Heads-Up-Display* de deu videojocs de gènere *First Person Shooter* en realitat virtual per

buscar els patrons més utilitzats en les representacions d'alguns elements: la vida, la munició, la forma d'apuntar i la selecció d'objectes dins d'un entorn virtual immersiu.

A continuació, es fa necessari el desenvolupament d'un prototip de videojoc *First Person Shooter* en VR a partir d'un joc base amb les mecàniques principals del gènere. En aquest prototip s'implementen les diferents representacions dels elements del HUD conformant varies versions de HUDs, d'aquesta manera es poden provar a través d'una experiència de joc real.

Així doncs, s'usa el prototip per realitzar un conjunt de proves de *playtesting* i investigar la usabilitat i l'experiència d'usuari en relació amb les diferents representacions que se'ls hi mostra. D'aquesta manera, s'interpreten quines són les millors praxis per aconseguir l'objectiu mencionat anteriorment a base d'extreure les dades resultants de les preferències dels usuaris respecte a les propostes fetes de cada una de les representacions mencionades, que inclouen elements diegètics, espacials i meta percepcions (Fagerholt i Lorentzon, 2009) que s'utilitzen segons la situació on siguin més adients, ja que al tractar-se d'un entorn en realitat virtual les representacions més comunes dels *Heads-Up-Displays*, com les que es mostren a continuació a la Figura 1, no són viables a l'hora de traslladar-les a un entorn virtual i necessiten ser adaptades per integrar-se millor en els espais 3D.

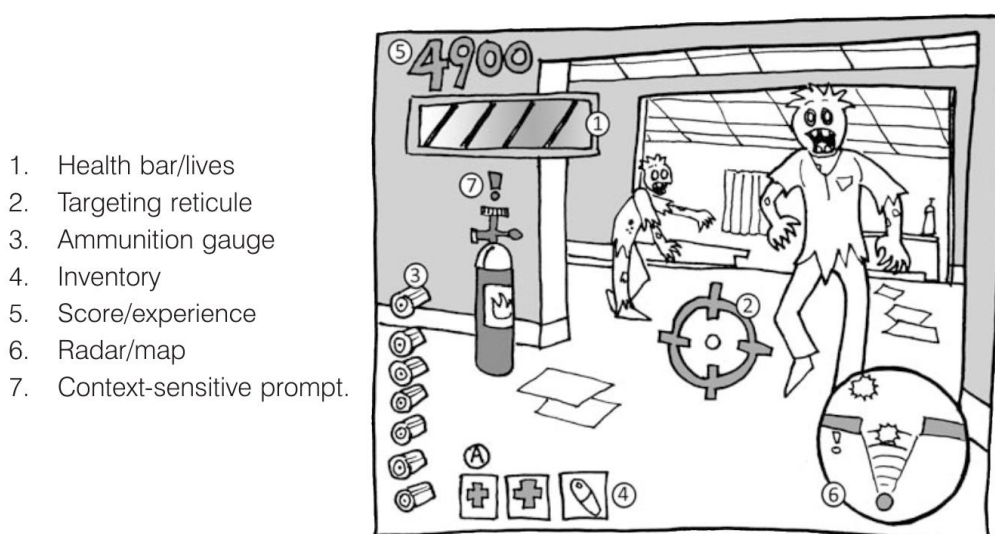


Figura 1. Esquema de la representació d'alguns elements de HUD en jocs FPS. Font: Rogers, 2010.

Per tant, aquest treball s'organitza en diversos apartats, on després d'aquesta introducció, a la segona secció es descriuen el conjunt d'objectius del projecte, seguit d'un anàlisi d'antecedents de recerca al tercer apartat, on es comenten estudis realitzats anteriorment amb investigacions similars a la d'aquest treball, a la quarta secció es mencionen els aspectes teòrics necessaris per entendre els conceptes dels quals tracta aquest treball, formats per les interfícies d'usuari i els seus tipus d'elements, la realitat virtual i els videojocs *First Person Shooter*. Posteriorment, es troba el cinquè apartat on s'explica el disseny metodològic que s'utilitza per dur a terme el desenvolupament del prototip i els tests amb usuaris, junt amb un cronograma setmanal on es mostra el temps dedicat a cada un dels apartats del treball al llarg dels mesos. La sisena secció es divideix en tres fases, on inicialment es fa una selecció de jocs *First Person Shooter* en realitat virtual als quals se'ls analitzen els elements dels *Heads-Up Displays* per tal de seleccionar les representacions més utilitzades de la vida, la munició, la forma d'apuntar i la selecció d'objectes, posteriorment es dissenya tant el joc base com les representacions que s'utilitzen de cada categoria d'elements i posteriorment s'apliquen al prototip, on també es descriu tot el procés de desenvolupament des que es dissenya la base del *gameplay* fins que s'implementen totes les característiques que el conformen, l'última fase consta de la descripció del procés de test amb usuaris junt amb l'anàlisi de totes les dades que s'extreuen de les sessions de *playtest* un cop finalitzades. Finalment, es fan unes conclusions on es resumeixen les valoracions del treball, les seves limitacions i les línies de futur amb les quals es pot continuar investigant.

2. Objectius

En aquesta secció es defineixen els diferents objectius d'aquest treball, a partir de l'objectiu principal s'han definit una sèrie d'objectius secundaris per tal de dirigir la consecució d'aquest projecte.

2.1. Objectiu principal

L'objectiu principal és valorar l'experiència dels usuaris i la usabilitat pel que fa a l'ús del HUD en jocs FPS de VR.

2.2. Objectius secundaris

- Seleccionar deu jocs *First Person Shooter* en realitat virtual d'entre els més venuts de *Steam*.
- Analitzar els HUDs dels jocs seleccionats buscant patrons en les representacions dels elements dels HUDs
- Dissenyar diverses propostes de HUDs per un joc *First Person Shooter* en realitat virtual basades en els resultats dels anàlisis.
- Desenvolupar un prototip de joc *First Person Shooter* en realitat virtual que implementi les propostes realitzades
- Testejar amb diferents usuaris mitjançant sessions de playtest.
- Analitzar l'experiència dels usuaris a partir dels resultats dels playtest.

3. Antecedents de recerca

En aquesta secció es descriuen estudis previs on s'analitza l'ús de les interfícies d'usuari en realitat virtual per prototips de mobiliari i s'avalua l'efectivitat de les directrius de GUI en VR, ja sigui mitjançant casos d'estudi, realitzant anàlisis o proporcionant directrius.

3.1. Interfície d'usuari en 2D, 3D o per veu?

En els casos d'estudi publicat per Weiß et. al. (2018) i Hepperle et. al. (2019) s'investiga sobre la preferència dels usuaris a l'hora de fer servir una interfície d'usuari en 2D, 3D o per comandaments de veu en VR. A continuació es fa un anàlisi conjunt dels dos treballs d'investigació.

Per tal de comparar els diferents tipus d'interfície, identifiquen les funcions més comuns i les classifiquen en tasques associades als seus paràmetres corresponents.

- Selecció: L'objecte ha de ser seleccionat abans que se li realitzi l'acció corresponent.
- Manipulació: Fa referència a les accions que estiguin disponibles per cada objecte un cop seleccionat.
- Posició: S'aplica a la manipulació que permet posicionar els objectes en qualsevol punt del pla horitzontal.
- Rotació: Inclou la manipulació que es pot fer sobre els objectes per canviar la seva orientació.
- Creació: Es comprèn per les funcions que canvien el número d'objectes actius en l'escena.
- Modificació: Es refereix a les funcions que canvien l'aparença o les propietats d'un objecte. L'estat d'un objecte pot ser modificat a través d'una sèrie d'opcions predeterminades.
- Entrada de text: Inclou la introducció de textos per etiquetar els objectes de l'escena.



Figura 3.1. Exemples de l'aplicació amb la interfície 2D, 3D i per veu respectivament.

Font: Weiß et. al., 2018.

Un cop definits aquests paràmetres, creen una aplicació que simula un escenari de mobiliari, on els usuaris han de realitzar un total de 17 tasques amb cada tipus d'interfície, cada tasca està relacionada amb almenys una o més funcions de les mencionades anteriorment, alguns exemples de les tasques són:

- Necessitem un armari marró
- Mou l'armari a la paret per davant
- Ara necessitem una làmpada vermella
- Col·loca la làmpada a la dreta de l'armari
- Crea un joc de TV
- Gira el televisor en 180°

Per tal d'avaluar les dades extretes de l'estudi, graven el temps d'execució de cada tasca i posteriorment demanen als participants que facin un qüestionari que es divideix en tres grans parts: Informació general, coneixement previ sobre VR i preguntes específiques de cada interfície, mitjançant una escala Likert per avaluar la subjectivitat dels usuaris en l'última part del qüestionari. Els resultats es classifiquen en 6 grups:

- Usabilitat: Després de preguntar als usuaris sobre la complexitat percebuda i la uniformitat de les respectives interfícies, observen que hi ha una tendència a favor de la interfície per veu sobre les interfícies en 2D i 3D, tot i així la diferència no és prou significativa com per determinar un clar guanyador.
- Facilitat d'aprenentatge: En aquest cas, observen uns valors molt alts pel que fa a la facilitat d'aprenentatge de les interfícies 2D i per comandaments de veu, mentre que la interfície 3D és considerada molt més difícil d'aprendre.

- **Classificació dels modes de manipulació:** Pel que fa al posicionament i rotació dels objectes de l'habitació, es mostra una avantatge en la interfície 2D quan es mostra una presentació comprensible de les opcions de moviment, seguit de la interfície 3D, que mostra una interacció més realista amb els objectes.
- **Temps mesurat:** Pel que fa al temps necessitat pels participants per realitzar cada tasca, es mostra que la interfície més ràpida és la 2D, seguit de la de veu i per últim la 3D. Tot i això també es mostra com els usuaris amb experiència prèvia en VR tenen un impacte dràstic en el temps requerit per completar les tasques amb la interfície 3D i la de veu.
- **Immersió:** Per tal d'avaluar la immersió percebuda pels usuaris, els hi demanen que la classifiquin en dos criteris principals: La naturalesa dels controls i fins a quin punt la interfície pertorba la seva experiència VR. En base a això, es demostra que les interfícies 3D i per veu resulten molt més satisfactòries pel que fa a la naturalesa i intuïció dels controls, mentre que en els casos on es requereix de text, hi ha una clara tendència cap als comandaments de veu. Finalment, determinen que quan la immersió és una de les característiques amb major importància per un projecte l'elecció d'una interfície adequada és un factor clau.
- **Satisfacció general:** Per acabar, els participants avaluen la interfície per veu com la més satisfactòria, però tot i això no s'observa una diferència significativa amb els altres tipus d'interfície, deixant a la interfície 3D amb una valoració prou bona i la interfície 2D amb la pitjor valoració.

Com a conclusió de l'estudi, fan un resum indicant quin tipus d'interfície és preferible per segons quin tipus de tasca o objectiu de disseny. A part, especifiquen que en els casos de les interfícies 3D i de veu, la preferència dels usuaris també es veu afectada per la seva experiència prèvia i els seus prejudicis.

	2D	3D	Veü
Posicionament i rotació	Verd	Groc	Vermell
Manipulació	Verd	Groc	Vermell
Entrada de text	Vermell	Vermell	Verd
Facilitat d'aprenentatge	Groc	Groc	Verd
Diversió	Vermell	Verd	Groc
Maneig complicat	Groc	Groc	Verd
Immersió	Groc	Verd	Verd
Controls naturals i intuïtius	Groc	Verd	Verd
Temps	Verd	Vermell	Groc

Taula 3.1. Preferència d'interfície acord a diferents paràmetres. Font: Weiß et. al., 2018.

Verd: Positiu

Groc: Neutral

Vermell: Negatiu

Un altre punt rellevant de l'estudi és el fet que l'experiència general percebuda pels usuaris es veu afectada quan no poden resoldre una tasca en una quantitat reduïda de passos, per la qual cosa és important tenir en compte la finalitat amb la qual es vol dissenyar una aplicació, de manera que:

- Si la diversió i la immersió són alguns dels factors més importants, la interfície més recomanada és la 3D.
- Si hi ha molts objectes que s'han de manipular de forma ràpida i precisa, la millor opció és la interfície 2D.
- Si la interfície ha de ser ràpida d'aprendre i s'hi ha d'introduir molt de text, els comandaments per veü són la millor elecció.

Finalment, els resultats de l'estudi conclouen en una tendència cap a la interfície per comandaments de veu, però tot i això declaren que per algunes tasques la millor opció seria una combinació de diverses interfícies.

3.2. Avaluació de les directrius de GUI en jocs VR

En un article publicat per Alves et al, (2020), es fa una avaluació de les directrius de disseny de GUI per jocs en VR, amb el focus posat en la percepció dels usuaris respecte a aquestes directrius, ja que el disseny de GUI en jocs tradicionals no es pot aplicar en un context de VR, fent que requereixi d'adaptacions o creacions de noves solucions.

Per començar, es defineixen els conceptes generals relacionats amb la VR i els *Head-Mounted Display* (HMD) indicant que dues de les característiques principals dels HMD són el *Field of Regard* (FOR) i el *Field of View* (FOV), definides per LaViola et. al. (2017, p.127).

- FOR fa referència a la quantitat d'espai físic que envolta l'usuari, on es mostren les imatges. Aquest espai es pot mesurar en graus de visió, de manera que si es crea una pantalla cilíndrica, l'usuari estaria en el centre amb 365° de FOR horitzontal..
- FOV fa referència als graus màxims de visió immediata en pantalla, aquesta característica també es mesura en angles de visió. El FOV en VR ha de ser menor o igual al FOV màxim de visió humana, d'aproximadament 180°.

Els FOV dels HMD comercials poden canviar entre dispositius, però tot i així Alger (2015) utilitza les recomanacions de Chu (2014) per definir cinc zones de disposició de contingut generals que es recomana tenir en compte a l'hora de situar elements en un entorn 3D.

- Zona de contingut: També anomenada zona de confort, és l'àrea còmoda de visió i rotació del cap, on els objectes encara tenen una percepció de profunditat estereoscòpica.
- Zona perifèrica: És l'àrea visible amb la rotació màxima del cap, no és adequada per mostrar contingut a llarg termini.

- Zona de curiositat: És l'àrea en la qual l'usuari ha de fer un esforç i girar els hombros per veure que hi té al darrere.
- Zona no-no: Fa referència als elements que estan massa a prop de la visió de l'usuari, fent que incrementi la tensió ocular, per això és recomanable que la distància mínima per mostrar contingut sigui de 50 cm des del cap de l'usuari.
- Zona de fons: És tota aquella zona que se situa a més de 20 m de distància de l'usuari, on es redueix la percepció de distància. Es recomana utilitzar aquesta àrea per aquells objectes que no requereixen profunditat.

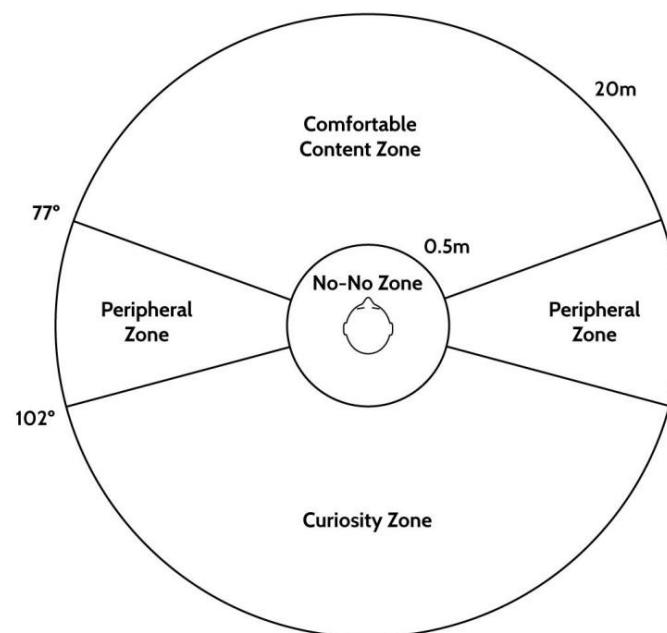


Figura 3.2. Zones de disposició de contingut. Font: Alger, 2015.

Seguidament, es parla de les interfícies d'usuari per realitat virtual, on es menciona que mentre el teclat i ratolí es poden considerar dispositius d'entrada clàssics, en VR es pot considerar l'orientació del cap com un input més, degut als sensors que capten el moviment del cap i utilitzen aquesta acció amb la intenció de moure la visió dins de l'entorn virtual.

Tal com menciona Butow (2007, p.19), els botons, menús, les barres d'eines, barres de desplaçament, finestres i barres de tasques són elements de components de la GUI amb les que els usuaris fan tasques, a aquests components també se'ls anomena *widgets*. Tot i així, aquests components estan dissenyats per fer servir

amb un teclat i ratolí, per la qual cosa és necessari crear nous elements o adaptar els ja existents als entorns 3D de la realitat virtual. A aquests components se'ls pot anomenar 3D UI, i es defineixen com a "Interfícies d'usuari que impliquen interaccions en tres dimensions" (LaViola et. al., 2017, p.8).

Un altre tipus d'interfície mencionada a l'article és la interfície d'usuari natural (NUI), també anomenada 3D NUI, que consisteix en replicar els moviments i accions naturals del món real en una interfície 3D. Un exemple de NUI seria aquell en el qual l'usuari ha de rotar el canell per poder veure l'hora en un rellotge (Dorabjee. et al., 2015).

Un cop definits aquests conceptes, Alves et al, (2020) expliquen la metodologia a seguir per dur a terme la seva recerca:

1. Analitzar les directrius d'interaccions d'usuaris amb aplicacions VR.
2. Avaluar cinc jocs VR qualificats positivament a Steam per comprovar si les directrius anteriors s'apliquen en aquests jocs.
3. Identificar elements visuals recurrents durant l'avaluació d'aquests jocs.
4. Avaluar la percepció dels usuaris respecte a aquests elements i els seus suggeriments.

Iniciant amb el primer pas d'aquesta metodologia, s'identifiquen quins són els principals problemes pel que fa a la disposició de contingut en VR:

- L'ús de solucions de GUI en 2D per entorns 3D (Sundstorm, 2015)
- El mal posicionament de contingut en espais 3D en quant a profunditat (Leap Motion, 2015)
- La distància de disposició de contingut (Alger, 2015)
- Exhibició d'informació de forma textual (Jaime, 2017; Sundstorm, 2015)
- Oclusió (Unity, 2015)

Amb això en ment, Alves et al, (2020) utilitzen les recomanacions dels manuals d'usuari de fabricants i motors de joc com *Oculus*, *Leap Motion* i *Unity* per identificar una sèrie de directrius que consideren claus a l'hora de dissenyar i implementar una GUI per aplicacions VR:

Directrius	<i>Unity</i>	<i>Oculus</i>	<i>Leap Motion</i>
Proporcionar consells de profunditat per augmentar la immersió.			
Situar els objectes que requereixin atenció a una distància adequada.			
Incorporar els elements de GUI en el propi entorn o personatge.			
Evitar situar contingut en l'àrea perifèrica de l'usuari.			
Utilitzar textos de UI fàcils de llegir i en una mida adequada.			
Utilitzar menús portàtils, que s'integrin amb les mans de l'usuari.			
Situar la GUI envoltant l'usuari per facilitar la lectura.			
Proporcionar feedback visual en els elements interactius.			
Utilitzar escala i espaiat adequat pels elements interactius.			
Prevenir que la mà virtual obstrueixi la visió d'elements interactius.			
Evitar ancorar elements de GUI en el camp de visió de l'usuari.			

Taula 3.2. Directrius de disseny de GUI en VR. Font: Alves et al., 2018.

Verd: Mencionat en els manuals d'usuari

Vermell: No mencionat

En el següent pas, seleccionen cinc jocs de la plataforma de Steam amb l'objectiu d'analitzar les seves interfícies d'usuari com a factor essencial en l'èxit dels jocs VR. Per dur a terme la selecció dels jocs decideixen basar-se en la puntuació dels usuaris, ordenant-los de millor a pitjor i donant com a resultat la següent llista:

- *Waltz of the Wizard* (Aldin Dynamics, 2019).
- *Beat Saber* (Beat Games, 2019).
- *GORN* (Free Lives, 2019).
- *Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades* (Rust LTD, 2016).
- *Rec Room* (Rec Room, 2016).

Amb els jocs ja seleccionats, es fa un anàlisi rigorós de les seves UI a través de diferents vídeos de *gameplay* on es pot veure tant el joc com els jugadors en el món real, per tal de trobar una conformitat amb les directrius anteriorment mencionades i les reaccions dels usuaris mentre interactuen amb el joc:

	<i>Waltz of the Wizard</i>	<i>Beat Saber</i>	<i>GORN</i>	<i>Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades</i>	<i>Rec Room</i>
Proporcionar consells de profunditat per augmentar la immersió.	Green	Green	Green	Green	Green
Situar els objectes que requereixin atenció a una distància adequada.	Green	Green	Green	Green	Yellow
Incorporar els elements de GUI en el propi entorn o personatge.	Green	Red	Green	Green	Green
Evitar situar contingut en l'àrea perifèrica de l'usuari.	Red	Green	Green	Green	Green
Utilitzar textos de UI fàcils de llegir i en una mida adequada.	Green	Green	Green	Yellow	Green
Utilitzar menús portàtils, que s'integrin amb les mans de l'usuari.	Red	Red	Red	Red	Green

Situar la GUI envoltant l'usuari per facilitar la lectura.	Red	Green	Green	Green	Green	Red
Proporcionar feedback visual en els elements interactius.	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Utilitzar escala i espaiat adequat pels elements interactius.	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Prevenir que la mà virtual obstrueixi la visió d'elements interactius.	Green	Red	Green	Green	Green	Green
Evitar ancorar elements de GUI en el camp de visió de l'usuari.	Green	Green	Green	Green	Green	Red

Taula 3.2. Comparativa dels jocs amb les directrius. Font: Alves et al., 2018.

Verd: Directriu aplicada

Groc: Directriu aplicada parcialment

Vermell: Directriu no aplicada

Un cop realitzats els anàlisis, l'objectiu d'Alves et al, (2020) és entendre la percepció dels usuaris respecte a aquestes directrius, per la qual cosa realitzen una enquesta on se'ls pregunta sobre quins creuen que són els problemes més importants de les interfícies d'usuari en VR, seguit de propostes per millorar aquestes interfícies.

Un dels problemes més mencionats pels usuaris està relacionat amb la llegibilitat dels textos en VR, indicant que normalment són borrosos, pixelats, massa petits o en àrees perifèriques que dificulten la seva visió. La solució més proposada consisteix en textos més grans, millors eleccions de les tipografies o textos en mides que permetin ser ajustades pels usuaris, a part de millor resolució en les pantalles dels HMD.

Un altre dels problemes més rellevants consisteix en el trencament de la immersió causada per la interfície d'usuari. Els usuaris mencionen que els elements com

panells i menús flotants són una de les causes d'aquesta dissonància, a part del fet que moltes vegades les interfícies resulten confuses.

Els usuaris també assenyalen problemes com el repte que suposa arribar als menús a causa de les llargues distàncies a les que estan col·locats, la dificultat per veure el que hi ha darrere dels elements que es mouen amb el cap dels usuaris, i problemes relacionats amb l'orientació a l'hora d'interactuar amb els menús o objectes, mencionant que en alguns casos no queda clar on estan assenyalant els controls degut a la falta d'indicadors, i que, per tant, algunes accions com aconseguir agafar una moneda d'una taula és un fet aleatori.

En el qüestionari també pretén analitzar la importància que donen els usuaris a cada una de les directrius, pel que els demanen classificar cada característica en un nivell d'importància de l'1 al 5, sent 1 el menys rellevant i 5 el més important:

	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3	Nivell 4	Nivell 5
Proporcionar consells de profunditat per augmentar la immersió.	5,6%	-	16,7%	22,2%	55,6%
Situar els objectes que requereixin atenció a una distància adequada.	-	-	22,2%	27,9%	50,0%
Incorporar els elements de GUI en el propi entorn o personatge.	-	-	22,2%	33,3%	44,4%
Evitar situar contingut en l'àrea perifèrica de l'usuari.		11,8%	23,5%	58,8%	5,9%
Utilitzar textos de UI fàcils de llegir i en una mida adequada.	-	-	11,1%	16,7%	72,2%

Utilitzar menús portàtils, que s'integrin amb les mans de l'usuari.	5,6%	5,6%	27,8%	38,9%	22,2%
Situar la GUI envoltant l'usuari per facilitar la lectura.	-	17,6%	47,1%	23,5%	11,8%
Proporcionar feedback visual en els elements interactius.	-	-	22,2%	27,8%	50,0%
Utilitzar escala i espaiat adequat pels elements interactius.			50,0%	11,1%	38,9%
Prevenir que la mà virtual obstrueixi la visió d'elements interactius.		25,0%	50,0%	12,5%	12,5%
Evitar ancorar elements de GUI en el camp de visió de l'usuari.	27,8%	27,8%	16,7%	16,7%	11,1%

Taula 3.2. Importància dels usuaris sobre les directrius. Font: Alves et al., 2018.

Finalment, en les conclusions, els resultats principals presenten les percepcions dels usuaris respecte a les directrius de disseny de GUI en jocs VR, fet que pot ajudar a futurs dissenyadors i desenvolupadors a entendre quines directrius són les més importants d'acord amb les sensacions dels jugadors. També mencionen que l'article consolida les recomanacions de tres directrius diferents, assenyalant quatre consells en comú de totes elles: Proporcionar consells de profunditat, utilitzar una distància còmoda per al contingut presentat, presentar textos que puguin llegir-se fàcilment i evitar problemes d'escala i espaiat en els elements interactius de la interfície d'usuari dels jocs de VR. Totes les directrius mencionades a l'article són el resultat d'un anàlisi de diferents aplicacions VR, i junt amb la participació d'un grup d'usuaris mitjançant un qüestionari, els resultats indiquen que la majoria de les directrius citades són considerades importants tant per als jugadors com pels desenvolupadors.

4. Marc teòric

En aquest apartat es defineixen tots els conceptes teòrics necessaris per entendre des de les bases del treball fins als aspectes més concrets. Aquest apartat es divideix en quatre grans seccions on es parla de les interfícies, la realitat virtual, el *playtesting* i els jocs FPS.

4.1. Interfícies

La primera gran secció parla de la teoria relacionada amb els HUD dels videojocs, per això es comença parlant de la definició del HCI, seguit de les UI/GUI, els HUD i finalment els tipus de representacions que hi ha i les seves característiques.

4.1.1. *Human Computer Interaction*

Tot i que no hi ha un acord en la definició del terme *human-computer interaction* (HCI), Hewett et al. (1992, p.5) aporta una descripció per tal de poder crear material educatiu al seu voltant:

Human-computer interaction is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them. Hewett et al. (1992, p.5)

Una altra definició de HCI és aportada per Baecker i Buxton (1987) on expliquen que un HCI consisteix en "*a set of processes, dialogues, and actions through which a human user employs and interacts with a computer*" (p. 40).

A més, Prece et. al. (1994) exposen que l'HCI es tracta de dissenyar sistemes informàtics que donin suport a les persones perquè puguin dur a terme les seves activitats de manera productiva i segura (p.1) i citen a Norman (1992) per identificar dos principis clau per assegurar una bona HCI: visibilitat i accessibilitat, definint accessibilitat com un terme tècnic que fa referència a les propietats dels objectes - quines operacions i manipulacions es poden fer a un objecte en concret (p. 19).

Segons Norman (1984, pp.366-367) hi ha quatre etapes en el cicle d'interaccions entre humà i màquina, que exemplifica de la següent manera:

- Formar una intenció: Un usuari vol millorar l'aparença de la impressió d'un article.
- Seleccionar una acció: L'usuari ha de decidir quins comandaments dur a terme per editar de text acord al seu gust.
- Executar l'acció: L'usuari introdueix la seqüència de comandaments al sistema.
- Avaluar els resultats: Aquesta etapa requereix una sèrie de passos en els quals primer s'ha de comprovar que els comandaments realitzats són els intencionats, seguidament s'ha de revisar el document per comprovar que la intenció inicial s'ha realitzat correctament, i finalment avaluar si la intenció inicial ha estat satisfeta o si s'ha de realitzar un altre cicle d'accions.

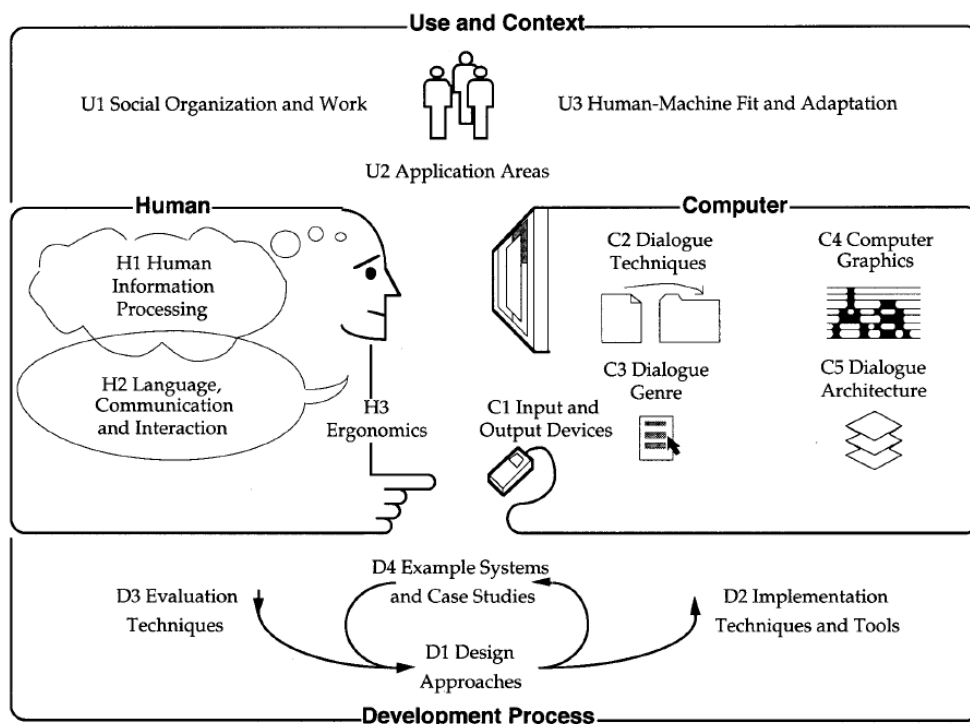


Figura 4.1.1. Naturalesa del HCI. Font: ACM SIGCHI, 1992.

- (U) Us i context dels ordinadors.
- (H) Característiques humanes.
- (C) Sistema informàtic i arquitectura de la interfície.
- (D) Procés de desenvolupament.

4.1.2. **User Interface i Graphical User Interface**

Per tant, Hewett et al. (1992, p.5) expliquen que el focus de la HCI es basa en la interacció entre dos o més humans i dos o més ordinadors, mentre que Beaudouin-Lafon (2006, p.227) especifica que els sistemes d'interacció entre humà i ordinador es basen en dos components: la interfície d'usuari (UI) i el nucli funcional de l'ordinador, de manera que la interfície d'usuari captura les entrades que li proporciona l'usuari i les transforma en comandaments pel nucli funcional. La UI també és la que s'encarrega d'interpretar els resultats d'aquests comandaments per presentar-los de tornada a l'usuari.

Moran (1981, p.5) també coincideix en el fet que la interacció entre un usuari i un ordinador es dona a través d'una UI, però puntualitza que, psicològicament, una UI és qualsevol part d'un sistema informàtic amb el qual l'usuari pot entrar en contacte, sigui físicament, perceptualment o conceptualment, això també ho comenta Schell (2015, pp.255-258) quan emfatitza en què una UI està compresa per una part física, com seria un teclat o comandament, i una virtual, com ho serien els menús.

Segons Lee i Lochovsky (1985) el disseny de UI és un dels aspectes més importants i difícils de la creació d'un sistema informàtic, i el seu disseny pot determinar en gran escala la utilitat i efectivitat del sistema. A part, un altre aspecte essencial en la seva creació és el feedback (Beaudouin-Lafon, 2006, p.231; Pagulayan et. al., 2002, p.11)

Seguidament, es troben les interfícies d'usuari gràfiques (GUI) que són, en termes informàtics, una pantalla visual en funcionament que el monitor presenta a l'usuari del ordinador (Harding 1989, p.337) i utilitza icones, menús, finestres i punters (WIMP, de *Windows, Icons, Menus and Pointers*) on es mostra la informació de les interaccions a l'usuari. (Marcus, 1997, p.424).

Segons Marcus (1995, p.425) el disseny d'una GUI ha de tenir en compte els següents aspectes:

- **Metàfora:** Crear una imatge mental comprensible.

- Model cognitiu: Establir una organització adequada de dades, funcions, tasques i rols.
- Navegació: Fer un esquema de navegació eficaç entre aquestes dades i funcions, tasques i rols.
- Aspecte: Dissenyar característiques d'aparença de qualitat.
- Sensació: Establir una seqüenciació eficaç de les interaccions.

També menciona una llista de tècniques gràfiques utilitzades per comunicar el missatge desitjat (Marcus 1995, p.426).

- Maquetació: Formats, proporcions i quadrícules, organització bidimensional i tridimensional.
- Tipografia: Selecció de tipus de lletra i composició tipogràfica, incloses les fonts sans-serif i serif d'amplària variable, així com les fonts d'amplària fixa que es troben en la majoria de les pantalles d'ordinador.
- Color i textura: Color, textura i llum que transmeten informació complexa i realitat pictòrica.
- Imatgeria: Signes, icones i símbols, des del fotogràficament real a l'abstracte.
- Animació: Visualització dinàmica o cinètica, especialment important per a les imatges relacionades amb el vídeo.
- Seqüenciació: Enfocament general de la narració visual.
- So: Senyals abstractes, vocals, concretes o musicals. S'han denominat "earcons", un joc de paraules amb icones.
- Identitat visual: Les regles addicionals i úniques que donen coherència global a una interfície d'usuari.

I finalment parla dels tres principis per dissenyar una GUI (Marcus 1995, p.426).

- Organitzar: Proporcionar a l'usuari una estructura conceptual clara i consistent.
- Economitzar: Maximitzar l'efectivitat d'un conjunt mínim de senyals.
- Comunicar: Adaptar la presentació a les capacitats de l'usuari.

4.1.3. *Heads Up Display*

Les GUI també es troben presents en el món dels videojocs, facilitant la interacció del jugador amb el joc, però dins de les GUI també existeixen els HUD, que Fagerholt i Lorentzon (2009) descriuen de la següent manera:

A head-up display, or HUD, is any transparent display that presents data without requiring the user to look away from his or her usual viewpoint. The origin of the name stems from the user being able to view information with their head "up" and looking forward, instead of angled down looking at lower instruments. In games, the term HUD refers to the method by which information is visually conveyed to the player whilst a game is in progress. The HUD is frequently used to simultaneously display several pieces of information such as the main character's health, items, and indicators of game progression and goals. (p.1)

Zammitto (2008, p.268) dona una definició molt similar de HUD, però també menciona que la informació que es proporciona pot variar radicalment depenent del gènere de joc, i Schaffer (2007) afegeix el fet que els HUD a la perifèria de la pantalla ocupen tan poc espai que no obstrueixen el *gameplay*, i llista una sèrie de heurístiques per assegurar una bona usabilitat dels HUD.

- Tota la informació rellevant ha de ser visible constantment.
- No mostrar informació irrellevant pel *gameplay*.
- La informació crítica ha de destacar.
- No amagar informació freqüentment necessària.
- Els noms dels elements dels menús han de ser obvis i intuïtius.
- Si s'utilitza mini mapa, el jugador ha de poder saber quin dels elements representa el seu personatge.

Tal com mencionen Fagerholt i Lorentzon (2009), un aspecte dels videojocs en el que el HUD hi té una relació és la immersió (p.3) i mentre que hi ha gent com Wilson (2006), antic dissenyador conceptual, que en el seu article publicat a Gamasutra diu que el HUD distreu al jugador de l'entorn en el qual està immers, hi ha altres

com Breda (2008), dissenyador i desenvolupador, que en el seu article "*Invisible Walls*" menciona com un ús moderat d'elements del HUD no afecta la immersió.

4.1.4. Representacions

La diegesi és un terme que tradicionalment s'ha utilitzat en pel·lícules i literatura, però Galloway (2006, p.7) explica com també pot ser aplicat al món dels videojocs, i defineix els elements diegètics com aquells que formen part de la narrativa del joc. Menciona que aquests elements es poden trobar tant dins com fora de la pantalla, i que inclouen personatges i esdeveniments que es mostren o als que es fa referència dins de la situació de joc. Hi ha diverses opinions sobre si les interfícies diegètiques ajuden a augmentar la sensació d'immersió, ja que mentre hi ha estudis com els de Iacovides et al., (2015, p.19) i Peacocke et al., (2015), que es posicionen a favor d'aquesta teoria i fins i tot argumenten que hi ha jugadors que els prefereixen per sobre dels HUD no diegètics, hi ha altres com Frago (2014, p.602) que ho contradueix i menciona que els jugadors prefereixen una informació explícita i només troben el HUD disruptiu quan trenca amb l'estètica o coherència del món. També hi ha estudis com el de Babu (2012, p.52), que conclou en què no hi ha una diferència significativa entre una interfície diegètica i una no-diegètica pel que fa a la immersió.

A causa de les característiques de les interfícies diegètiques, Peacocke et al., (2018) mencionen que la informació proporcionada pot situar-se al centre de la pantalla, reduint la necessitat de mirar a les vores, i parlen de com un dels exemples més coneguts és el cas de *Dead Space* (Visceral Games, 2008), on la barra de vida del jugador es veu representada a la columna del personatge principal, integrada en la seva roba.



Figura 4.1.4. Representació de barra de vida diegètica. Font: Visceral Games, 2008.

Per altra banda, es troben els elements no diegètics, aquest terme també prové del món del cinema i Galloway (2006, p.7) ho descriu com aquells elements del joc que són externs a la narrativa del joc, i que, per tant, només són percebuts pel jugador. Aquest tipus de HUD són més comuns que els diegètics, a causa de que la major part de la informació es presenta en elements que se superposen al joc (Fagerholt i Lorentzon, 2009, p.46). Un exemple és el HUD del *Counter Strike 2* (Valve, 2023).

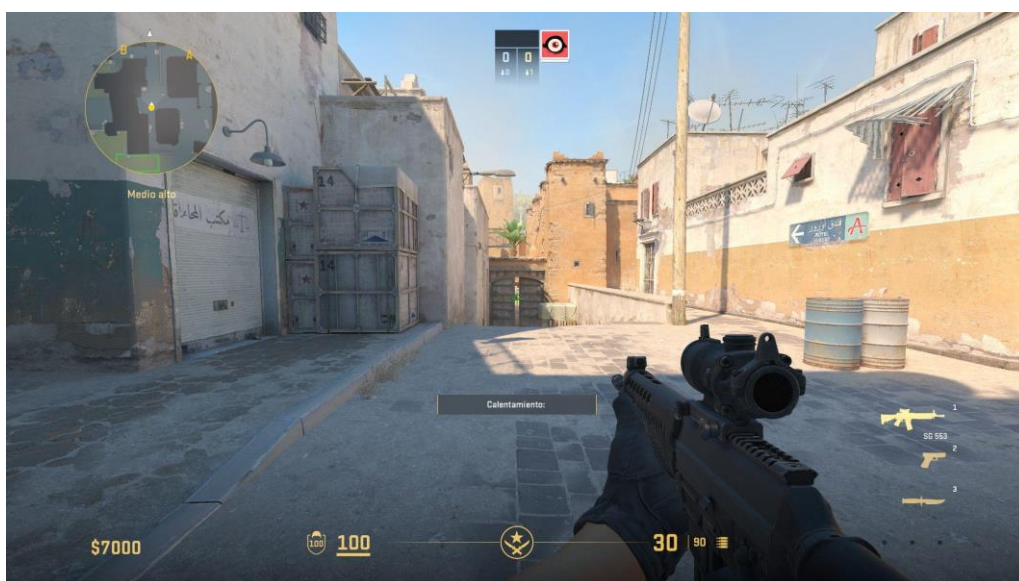


Figura 4.1.4. Representació de HUD no diegètic. Font: Valve, 2023.

Finalment, Lehmusjoki (2017) parla de les interfícies d'usuari adaptatives, a les que es refereix com aquelles que utilitzen tant interfícies diegètiques com no diegètiques, canviant entre les dues. Això ho exemplifica amb el joc *Horizon Zero Dawn* (Guerrilla Games, 2017), que no mostra informació del HUD fins que comença un combat, on llavors apareixen els indicadors de vida i munició en pantalla, és per això que Lehmusjoki argumenta que hi ha parts del *gameplay* que es poden considerar diegètiques, mentre que altres no ho són (p.26).

A l'hora de dissenyar una GUI per un videojoc, inicialment Fagerholt i Lorentzon (2009, p.48) fan una divisió de l'espai en dues dimensions, una de les quals és la diegesi, però aquesta idea es descarta degut a que hi ha una àrea gris en la que costa distingir entre què és diegètic i que no ho és, i ho descriuen amb els següents exemples:

Killzone 2 (Guerrilla Games, 2009): La sang existeix en la ficció, però l'efecte de tenir la cara esquitxada de sang no seria col·locant les taques de sang a les retines del personatge, el que porta a confusió sobre si les taques de sang es poden considerar diegètiques (p.48).



Figura 4.1.4. Taques de sang al Killzone 2. Font: Guerrilla Games, 2009.

Mirror's Edge (DICE, 2008): Els objectes de l'entorn amb els que es pot interactuar es tornen vermells, es podria dir que representen la capacitat de la protagonista de recollir informació, però els genera dubtes sobre si aquesta visió és no diegètica Fagerholt i Lorentzon (2009, p.48).

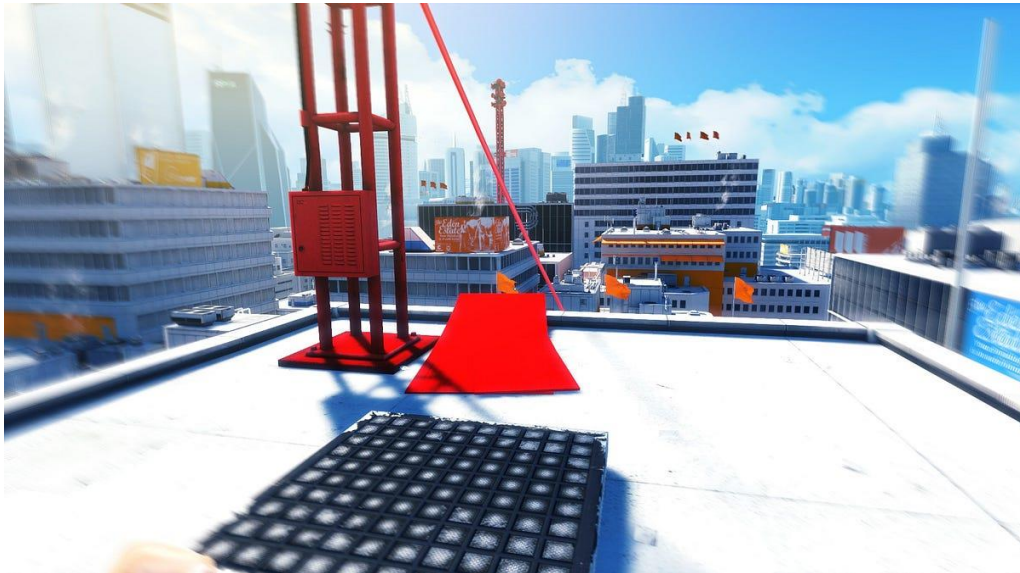


Figura 4.1.4. Elements interactuables amb la visió *runner*. Font: EA DICE, 2008.

A causa d'això, Fagerholt i Lorentzon (2009, p.48) finalment decideixen que les dues dimensions siguin la dimensió espacial (L'element de UI està representat en el món del joc?) i la ficció (L'element existeix en el món fictici?) i ho representen en la següent taula:

		UI element visible in game world?	
		<i>no</i>	<i>yes</i>
UI element exists in game fiction?	<i>no</i>	HUDs	Spatial Elements
	<i>yes</i>	Meta Perceptions	Diegetic Displays

Figura 4.1.4. Classificació d'elements de GUI. Font: Fagerholt i Lorentzon, 2009.

Posteriorment, els autors van un pas més enllà i concreten aquesta classificació per definir-la en l'espai de disseny de GUI dels jocs FPS, resultant en sis categories que representen amb la següent imatge:

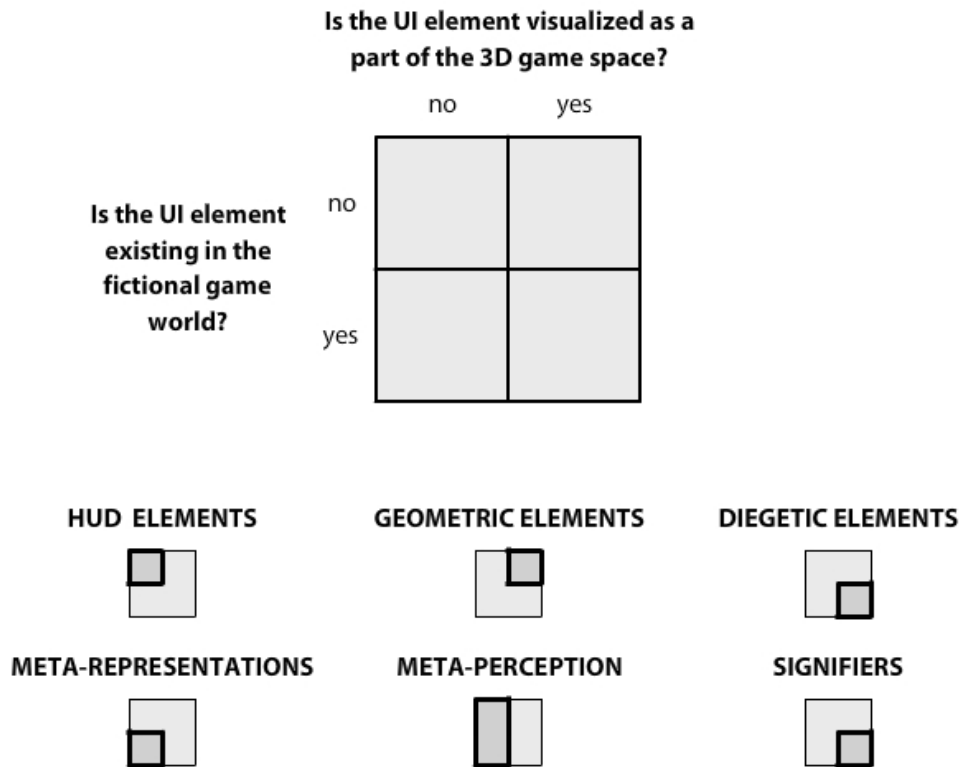


Figura 4.1.4. Espai de disseny en les UI de FPS. Font: Fagerholt i Lorentzon, 2009.

4.1.4.1. Elements de HUD

També referits com a elements no diegètics, són els que no formen part ni de la ficció ni de l'espai de joc. Es presenten de forma sobreposada al joc, implicant que només poden ser vistos pel jugador. Són les interfícies més comunes en els FPS i el fet de no haver d'integrar-les en el món dona molta més llibertat als dissenyadors per representar-les en la forma que més els convingui (Fagerholt i Lorentzon, 2009, p.73).

4.1.4.2. Elements geomètrics

També coneguts com a elements espacials, són aquells elements que estan representats en la geometria 3D del món sense formar part de la seva ficció. Degut a que formen part de l'entorn de joc, són espacialment útils per transmetre informació de l'ambient i de navegació, i com que no formen part de la ficció, segueixen brindant la mateixa llibertat als dissenyadors per representar visualment aquestes interfícies, un exemple són els contorns dels companys a *Overwatch* (Blizzard Entertainment, 2016) (Fagerholt i Lorentzon, 2009, p.74).



Figura 4.1.4.2. Silueta dels companys d'equip (blau) i el vehicle que s'ha de protegir (blanc). Font: Blizzard Entertainment, 2016.

4.1.4.3. Elements diegètics

Tal com s'ha mencionat abans, els elements diegètics són aquells que formen part tant de la ficció com de l'entorn del joc, implicant que són visibles pel jugador i el seu avatar. Segons Fagerholt i Lorentzon (2009, p.75), amb aquestes interfícies no hi ha risc de trencar la immersió a causa de la naturalesa no fictícia d'aquests elements, però això també els condiciona a què la seva estètica estigui guiada per l'entorn del joc al qual pertanyen. Un exemple és la representació del mapa al *ARK: Survival Evolved* (Studio Wildcard, 2017).



Figura 4.1.4.3. Representació del mapa de forma diegètica. Font: Studio Wildcard, Instinct Games, Efecto Studios i Virtual Basement LLC, 2017.

4.1.4.4. Meta representacions

Les meta representacions són elements representats fora de l'espai de joc, però que ensenyen informació existent en la seva ficció. Els exemples més comuns són dispositius que l'avatar del jugador té en la seva possessió, com un navegador GPS o un telèfon mòbil. Aquest tipus de UI normalment és útil per proporcionar una explicació de per què hi ha certa informació disponible pels jugadors. Un exemple és el mòbil de *Watch Dogs* (Ubisoft, 2014) (Fagerholt i Lorentzon, 2009, p.74).



Figura 4.1.4.3. Meta representació del mòbil del jugador. Font: Ubisoft, 2014.

4.1.4.5. Meta percepcions

Les meta percepcions són elements informatius que simulen la percepció interna de l'avatar per crear una connexió amb el jugador que el controla i transmetre els estats de salut del personatge. Aquests elements es presenten de forma sobreposada al joc i poden utilitzar recursos com la distorsió d'imatge o un filtre de color. Els elements de meta percepció no només estan restringits al sentit visual, ja que també es poden utilitzar sons com els batecs d'un cor per simular un estat de vida crític, o fins i tot afegir la vibració en el cas de fer servir un comandament. Normalment, les meta percepcions no formen part de la ficció del joc, però tot i això hi ha jocs on s'utilitzen elements de la ficció com serien les taques de sang per representar la informació de l'estat de salut de l'avatar, d'aquí que aquesta categoria pugui entrar en dos quadrants de la taula anterior (Fagerholt i Lorentzon, 2009, pp. 73-74). Exemple: *Call of Duty: Modern Warfare 2* (Infinity Ward, 2009).

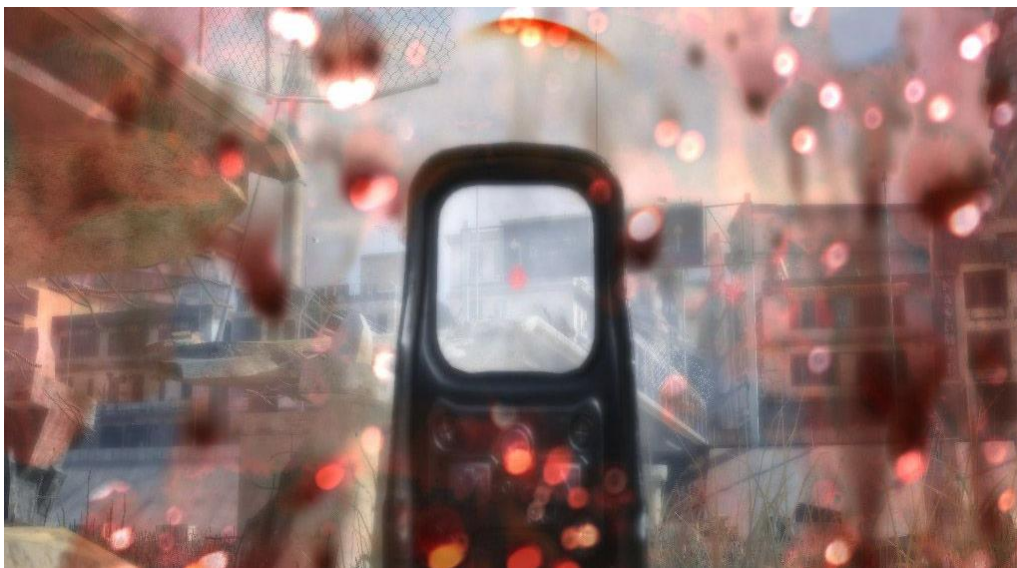


Figura 4.1.4.5. Meta percepció de dany rebut. Font: Infinity Ward, 2009.

4.1.4.6. Significadors

Fagerholt i Lorentzon (2009, p.75) consideren els significadors com un subgrup dels elements diegètics, i es refereixen a ells com aquells que aporten informació de forma indirecta perquè el jugador la pugui interpretar fent servir la lògica. També mencionen que els significadors són elements separats de l'objecte del qual volen donar informació, i ho exemplifiquen amb elements com el fum per significar foc, una andana de tren buida, implicant que el tren ha passat fa poc, o un bassal de sang per representar un perill. Exemple: BioShock Infinite (Irrational Games, 2013).



Figura 4.1.4.6. Significador de situació perillosa amb ús de bassal de sang. Font: Irrational Games, 2013.

4.2. Realitat virtual

La següent secció del marc teòric d'aquest treball parla de la realitat virtual (*virtual reality* en anglès, VR a partir d'ara). En aquest apartat s'explica la definició de VR, parlant de la definició del continu realitat-virtualitat, els quatre elements bàsics que el componen i els esdeveniments més significatius de la història del VR.

4.2.1. Definició de realitat virtual

L'any 1994, Milgram i Kishino defineixen el concepte del continu de la realitat-virtualitat, que consisteix en una escala que estableix una relació entre els objectes reals i virtuals. La part esquerra de la imatge fa referència a l'entorn del món real, i per tant representa la nostre realitat tant en persona com a través d'imatges enregistrades. Per altra banda la part dreta fa referència als entorns totalment virtuals, representats per ordinador, que poden simular entorns reals o tenir les seves pròpies normes físiques. El punt central d'aquest continu representa el que es defineix com a realitat mixta, que consisteix en una fusió d'elements virtuals en un entorn real. A diferència d'en la realitat augmentada, la realitat mixta fa que els elements virtuals interactuïn amb el món real i s'adaptin a ell, creant una realitat que es barreja amb la virtualitat. (Milgram et. al., 1994).

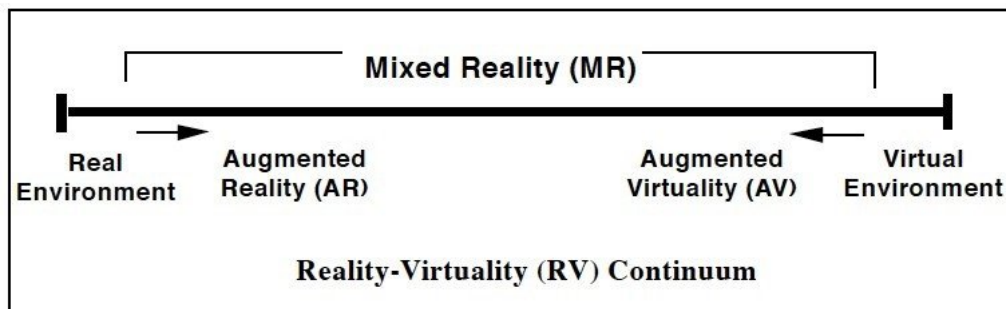


Figura 4.2.1. Representació simplificada del continu realitat-virtualitat. Font: Milgram et.al., 1994.

Pel que fa a la definició de VR, Sherman i Craig (2003, p.6) estableixen que la VR es compon d'una simulació interactiva per ordinador, que detecta l'estat i el funcionament de l'usuari i substitueix o augmenta la informació de retroalimentació sensorial a un o més sentits de manera que l'usuari tingui la sensació d'estar immers en un entorn virtual. Així doncs, es poden identificar quatre elements bàsics de la

VR: l'entorn virtual, la presència virtual, el *feedback* sensorial (com a resposta a les accions de l'usuari) i la interactivitat.

4.2.1.1. Entorn virtual

Un entorn virtual és determinat pel seu contingut (objectes i personatges). Aquest contingut es mostra a través de diverses modalitats (visual, aural i hàptica), i percebut per l'usuari a través de la visió, l'audició i el tacte.

Igual que els objectes del món real, els objectes en un entorn virtual també tenen les seves propietats com la forma, pes, color, textura, densitat i temperatura. Aquestes propietats es poden observar utilitzant diferents sentits. El color d'un objecte, per exemple, només es percep la vista, mentre que la seva textura es pot percebre tant en dominis visuals com hàptics (Sherman i Craig, 2003, p.6).

4.2.1.2. Immersió

La presència virtual es pot dividir en presència física i mental. Representa la sensació de formar part d'un entorn. La presència física és la característica bàsica de la VR i representa el cos de l'usuari entrant físicament a l'entorn, en canvi, la presència mental fa referència a les expectatives i els sentiments de formar part d'un món virtual (Sherman i Craig, 2003, pp. 7-9).

4.2.1.3. Feedback sensorial

El *feedback* sensorial és un component crucial de la realitat virtual. El sistema de realitat virtual proporciona comentaris sensorials directes als usuaris segons la seva ubicació física. Generalment, la majoria dels comentaris es proporcionen a través d'informació visual, encara que alguns entorns només utilitza informació hàptica (Sherman i Craig, 2003, p.10).

4.2.1.4. Interactivitat

Si la realitat virtual ha de ser realista, ha de respondre a les accions de l'usuari; en altres paraules, ha de ser interactiva. La capacitat de l'usuari d'afectar els entorns generats per ordinador representa una forma d'interacció (Sherman i Craig, 2003, pp.10-12).

4.2.2. Historia de la VR

En aquesta secció es dona una visió general a la història del VR i alguns dels esdeveniments que han portat a la tecnologia que es coneix avui en dia. A continuació s'expliquen de manera cronològica.

1956 - 1962: Morton Heilig s'inspira en el Cinerama per crear el Sensorama. Aquesta màquina ofereix una simulació multisensorial d'un viatge pels carrers de Brooklyn, on a l'usuari veu una imatge tridimensional de la ciutat, de la qual pot sentir els sons, vent, olors i vibració, però amb la qual no es pot interaccionar. Es mostra per primera vegada l'any 1962 i alguns consideren a Heilig el pare de la realitat virtual. (Sherman i Craig, 2003, p.25; Rheingold, 1994; Gigante, 1993, p.5; Mihelj et al., 2014, p.5).

1961: Els enginyers Comeau i Bryan, de l'empresa Philco, creen el primer Head Mounted Display (HMD). Es tracta d'un casc amb una pantalla de tubs de raigs catòdics i un sistema que permet identificar la posició del cap i mostrar un vídeo des d'un lloc real i distant. Es pot considerar el primer exemple de telepresència. (Boas, 2012, p.2; Mihelj et al., 2014, p.5; Sherman i Craig, 2003, p.25).

1965: Sutherland (1965) exposa el concepte del "The ultimate display". En el seu article descriu la idea d'un ordinador que inclou gràfics interactius, dispositius de retroalimentació de força, mencions sonores, olfactivas i fins i tot gustatives. Amb això, els usuaris poden interactuar amb objectes del món real sense necessitat de seguir les lleis de la física:

1967: Inspirat pel concepte de Sutherland, Brooks comença el projecte GROPE (Brooks et al., 1990, p.178), aquest projecte es divideixen tres sistemes anomenats GROPE-I, GROPE-II i GROPE-III, sent aquest últim la versió final del projecte. El seu objectiu era explorar les interaccions entre molècules de proteïna utilitzant una interfície hàptica especial per ajudar als bioquímics a "sentir" aquestes interaccions.

1968: Sutherland (1968) publica A head-mounted three dimensional display, un article on parla del desenvolupament de Sword of Damocles, un HMD amb dues pantalles separades per cada ull, que donen la il·lusió d'una imatge tridimensional.

Els usuaris poden canviar la vista de l'entorn en funció de la direcció del cap, cosa que requereix d'un sistema de seguiment de moviment ancorat al sostre. Com que les pantalles són parcialment transparents i permeten la visualització simultània del món real i el virtual, es considera el primer exemple de realitat augmentada.

Els primers entorns capaços de reaccionar a les accions dels usuaris els desenvolupa Krueger, qui inventa el terme "realitat artificial" (Mihelj et al., 2014; Rheingold, 1994, p.123-124), en el seu article Responsive environments parla de les creacions que desenvolupa i evoluciona prèviament fins a arribar a la seva creació més famosa, el Videoplace. (Krueger, 1977, p.423)

1975: S'exhibeix per primera vegada el Videoplace. Segons Krueger, el Videoplace pretén augmentar la sensació de presència afegint visió, la dimensió física i una nova interpretació del tacte. Consisteix en dues o més sales separades entre si, amb càmeres i pantalles de projecció on els usuaris veuen tant la seva imatge com la d'altres usuaris que es troben en altres sales, això crea un efecte visual de que varies persones es troben en una mateixa habitació i permet als usuaris interactuar entre si desplaçant-se per les sales, fent moure les seves imatges. (pp. 428-430)

1976 - 1977: DeFanti i Sandin (1977) desenvolupen el Sayre Glove. Es tracta del primer guant cablejat, utilitza tubs flexibles amb una font de llum a un extrem i una fotocèl·lula a l'altre, aquests tubs van a cadascun dels dits i a mesura que es doblega cada tub la quantitat de llum que passa entre la font i la fotocèl·lula disminueix, fent que la tensió de cada fotocèl·lula correspongui a la flexió dels dits

1979: Eric Howlett desenvolupa el sistema LEEP (Large Expanse Enhanced Perspective) que permet tenir un ampli camp de visió des d'una petita pantalla, aquesta tecnologia s'integra posteriorment als primers HMD desenvolupats per la NASA (Howlett, 1990).

1982: Thomas Furness, desenvolupa el Visually Coupled Airborne Systems Simulator (VCASS), un simulador de vol avançat amb un HMD que augmenta la visió de l'exterior de la finestra amb gràfics que descriuen l'objectiu o donen informació sobre la trajectòria de vol òptima (Furness, 1986).

1984: Mike McGreevy i Jim Humphries, de la NASA Ames, creen la configuració contemporània del VR: VIVED (Virtual Visual Environment Display), avaluant el potencial del sistema HMD monocrom per a futurs astronautes. Posteriorment, el projecte VIEW (Virtual Interactive Environment Workstation) desenvolupa un simulador personal multisensorial i de telepresència de propòsit general (Howlett, 1992).

1987: Thomas Zimmerman, junt amb altres desenvolupadors, creen el DataGlove a l'empresa VPL Research Inc. El DataGlove suposa una clara millora respecte a les tècniques existents de vigilància de les mans mitjançant càmeres, ja que funciona en temps real i no depèn de l'observació de la línia de visió. (Sturman i Zeltzer, 1994, p.32)

1987: Jim Humphries, enginyer cap del projecte VIEW de la NASA, dissenya i prototipa el BOOM (Binocular Omni-Oriented Monitor) original, que consisteix en una petita caixa que conté dos monitors CTR que es col·loquen davant dels ulls. Els usuaris poden agafar la caixa, subjectar-la davant d'ells i moure's pel món virtual mentre un braç mecànic mesura la posició i l'orientació de la caixa. Es comercialitza el 1989 per Fake Space Labs. (Sherman i Craig, 2003, p.30; Pimentel i Teixeira, 1993, pp. 114-115)

1989: VPL Research Inc. crea el EyePhone, un HMD que utilitza un parell de pantalles LCD en conjunt amb les òptiques LEEP (Sherman i Craig, 2003, p.30).

1989: Inspirats per l'èxit del DataGlove, Mattel crea el PowerGlove, un controlador de baix cost amb sistema de seguiment de moviment pels jocs de les consoles de Nintendo (Sturman i Zeltzer, 1994, p. 33-34).

1990: W-Industries Publica el seu primer sistema VR públic, anomenat Virtuality. Consisteix en un joc arcade per dos jugadors que inclou un HMD, un accessori per les mans i una plataforma en forma d'anell per cada jugador. El joc inicial, Dactyl Nightmare, involucra un món simple on els jugadors s'han de disparar mútuament (Sherman i Craig, 2003, p.32).

1992: Es crea el CAVE (Audio-Visual Experience Automatic Virtual Environment), un nou sistema de VR que en lloc d'utilitzar un HMD per transmetre imatges, les projecta estereoscòpicament a les parets d'una habitació. Aquest enfocament garanteix una millor qualitat i resolució d'imatge i un camp de visió més ampli en comparació amb els HMD disponibles en aquell moment (Cruz-Neira et. al., 1992)..

4.3. Playtesting

A continuació es defineixen aspectes relacionats amb el procés de *playtesting* d'un prototip o videojoc, mencionant aspectes com el *Games User Research* l'experiència d'usuari i la usabilitat.

4.3.1. Games User Research

Drachen, Mirza-babaei i Nacke (2018) defineixen el terme *Games User Research* com un camp d'investigació interdisciplinària que garanteix la qualitat òptima de la usabilitat i experiència d'usuari en videojocs, implicant que inclou qualsevol aspecte d'un videojoc on el jugador tingui interacció. Aquesta investigació es contraria a la de l'assegurança de qualitat, ja que en lloc de tenir un seguiment dels errors del joc el que es fa és avaluar als jugadors a partir de les seves interaccions a mesura que juguen (pp.1-2)

Pel que fa als mètodes d'investigació en el GUR, Medlock (2018, p.100) parla dels més comuns junt amb els pros i contres de cadascun, junt amb una figura que els classifica segons la seva alineació amb cinc preguntes principals:

- El mètode s'aplica als comportaments o a les actituds?
- En quina fase del cicle de vida del joc s'utilitza millor el mètode?
- El mètode és quantitatiu o qualitatiu?
- Quina és la "gran" pregunta a la qual respon el mètode?
- Quant temps es triga a aplicar el mètode?

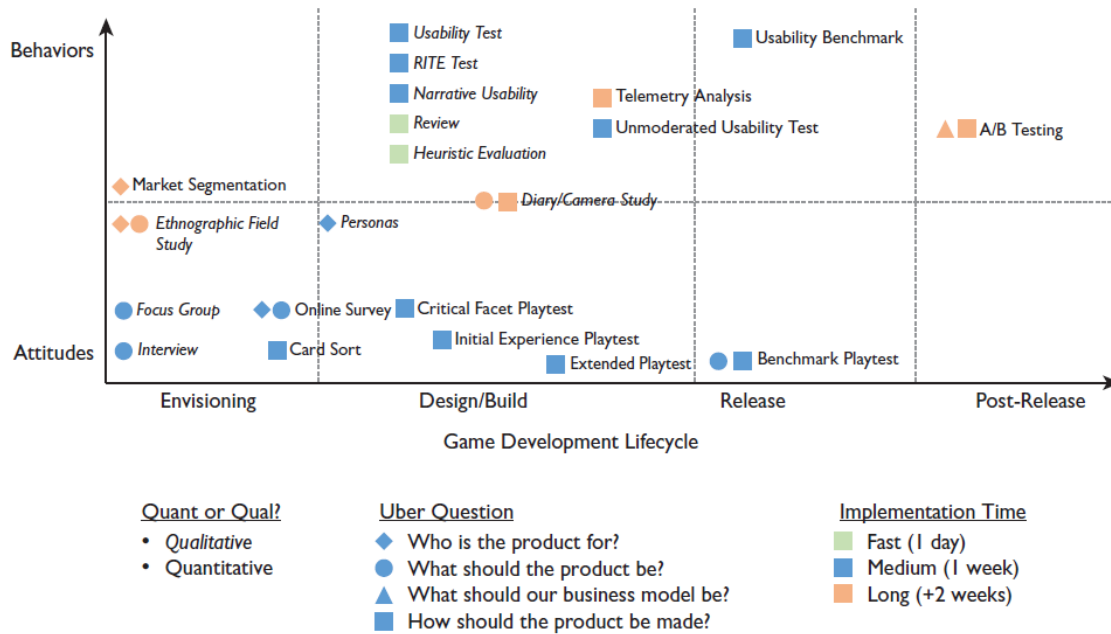


Figura 4.2.1. Alineació dels mètodes de GUR acord a les cinc preguntes principals. Font: Medlock, 2018.

Per aquest treball s'utilitza el mètode *A/B testing*, que és un experiment on se li mostren dues o més alternatives d'un element del producte als usuaris, on posteriorment es mesura el seu interès per veure quina de les seves opcions funciona millor. Per una banda, aquest mètode és útil per obtenir respostes definitives dels dissenys que es mostren en qüestió, quantifica l'impacte d'un disseny en comparació a un altre i és un dels pocs experiments veritables, però per altre banda son mètodes difícils i cars de muntar, en els que s'han de dissenyar i programar totes les alternatives i no indica als investigadors el motiu de què guanyi un mètode o altre (Medlock, 2018, p.101).

Finalment, Medlock (2018, p.110) mostra una taula on destaca quins mètodes poden ser els indicats per respondre les preguntes més comunes en els tests.

	A/B Testing	Benchmark Playtest	Card Sort	Critical Facet Playtest	Diary/Camera	Ethnographic Study	Extended Playtest	Focus Group	HE/Review	Interview	Initial Experience Playtest	Market Segmentation	Narrative Usability	Online Survey	Personas	RITE Test	Telemetry	Unmoderated Usability Test	Usability Benchmark	Usability Test
Who are the users?	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No
Who should the users be?	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No	No
What kind of game should we build?	No	No	No	No	No	Maybe	No	Maybe	No	Maybe	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Why will users buy this game?	No	No	No	No	No	Maybe	No	Maybe	No	Maybe	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
What do our users do with our game?	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
What do our users wish they could do?	No	No	No	No	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No
How do we generate new ideas that we have not come up with before?	No	No	No	No	No	Maybe	No	Maybe	No	Maybe	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
At what rate should we give out X?	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No
What should X cost?	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No
When and where should we place pay walls or payment opportunities?	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	Yes
Who will convert?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Maybe	No	No	No
Who is buying what?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No
How is our business model doing?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No
Are there any issues with X?	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Is X fun?	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No
How much do users like X?	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No
Is X appropriately challenging?	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Is X "good enough"?	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No	Yes	No
Is X or Y better?	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No
We have both X and Y, but which is more important?	No	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No	Yes
How often does X happen? Or how often does X feature/thing get used?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No
I expect users to do X with this thing I made. Do they?	No	No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Does X work the way users expect it to?	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Does the game narrative make sense? Do users like it?	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No	Yes
How do all these options "group" together?	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Taula 4.2.1. Mètodes corresponents a les preguntes més comuns. Font: Medlock, 2018.

4.3.2. Experiència d'usuari i usabilitat

Norman (2013) parla de l'experiència de l'usuari com un aspecte clau en el disseny, destacant que no només es tracta de la usabilitat d'un producte, sinó també de l'estètica, el plaer i la diversió que pot proporcionar. Això implica un disseny que va més enllà de la funcionalitat per a incloure aspectes emocionals i sensorials.

Per altra banda, Hassenzahl i Tractinsky (2006) defineixen l'experiència d'usuari com un estrany fenomen que no es limita a la usabilitat tradicional, sinó que és una conseqüència de l'estat intern de l'usuari, les característiques del sistema dissenyat i el context en el qual es dona la interacció (p.95)..

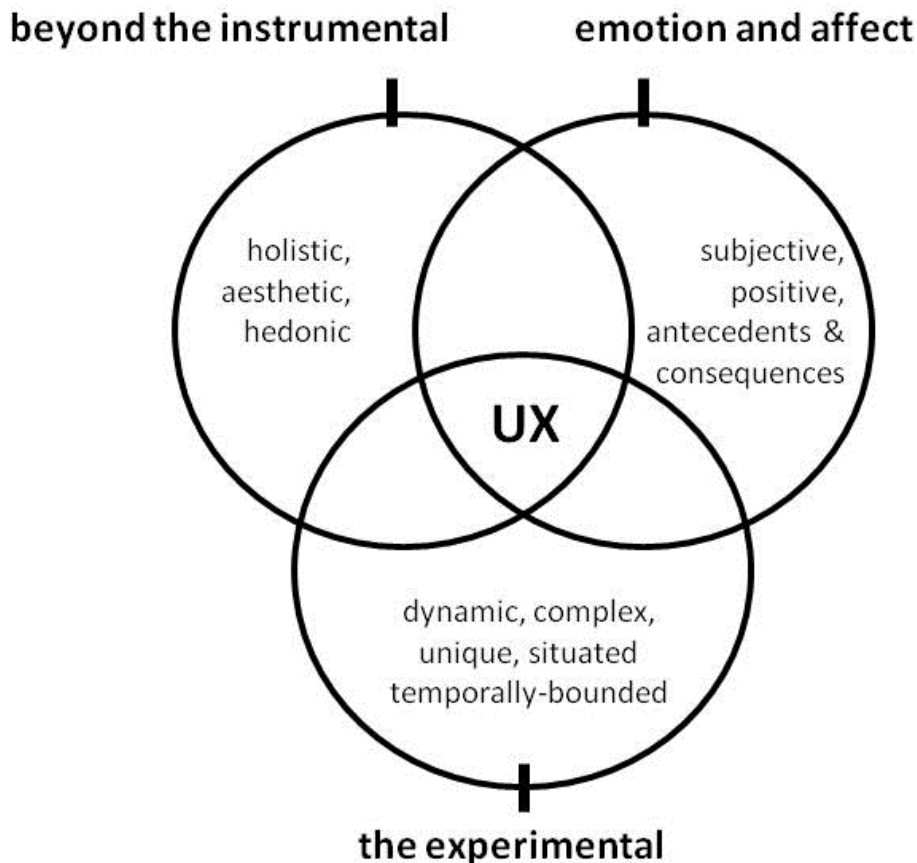


Figura 4.2.2. Facetes de la UX. Font: Hassenzahl i Tractinsky, 2006.

Pel que fa a la usabilitat, Nielsen (1993) la descriu com una part del gran problema d'acceptabilitat d'un sistema, que respon a la pregunta sobre si un sistema és prou bo per satisfer les necessitats dels usuaris, indicant que la usabilitat s'aplica a tots els

aspectes d'un sistema amb el qual un humà hi pugui interactuar, incloent-hi els procediments d'instal·lació i manteniment (pp.24-25).

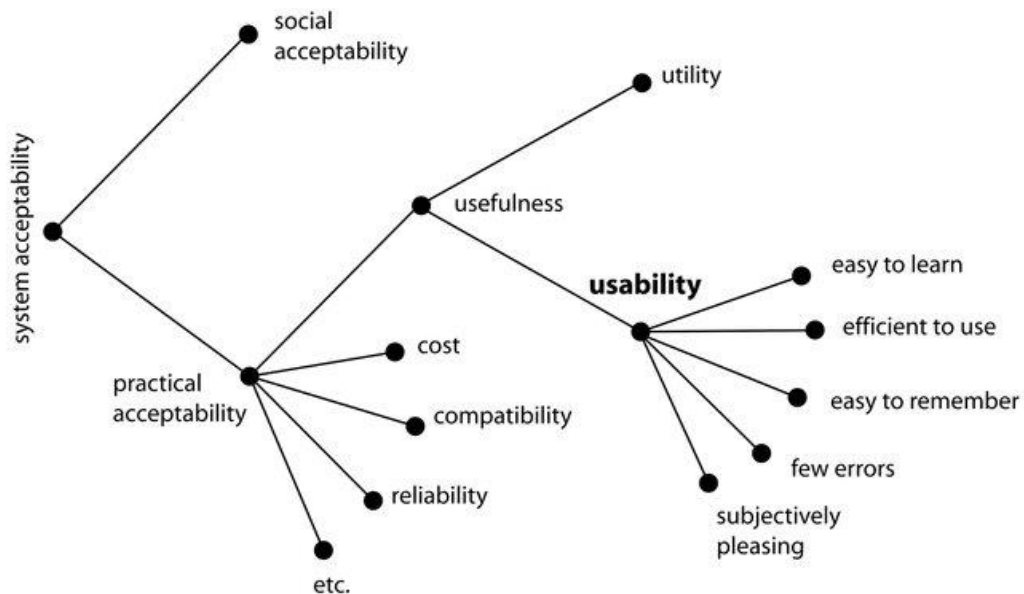


Figura 4.2.2. Model d'atributs d'acceptabilitat d'un sistema. Font: Nielsen, 1993.

Per tant, Nielsen (1993, p.26) ressalta la importància de mencionar que la usabilitat no és només una sola propietat d'una interfície d'usuari, sinó que està formada per cinc atributs:

- **Aprentatge:** El sistema ha de ser fàcil d'aprendre perquè l'usuari pugui començar a treballar ràpidament.
- **Eficiència:** L'ús del sistema ha de ser eficient, permetent un alt nivell de productivitat.
- **Memorabilitat:** El sistema ha de ser fàcil de recordar, permetent als usuaris casuals poder tornar al cap d'un temps sense haver d'aprendre tot de nou.
- **Errors:** El sistema ha de tenir una baixa taxa d'errors, de manera que els usuaris cometin pocs errors durant l'ús del sistema i que es puguin recuperar fàcilment en cas de fer-los.
- **Satisfacció:** L'ús del sistema ha de ser agradable, de manera que els usuaris estiguin satisfets mentre el fan servir..

Degut a això, Nielsen (1993, p.40) conclou en què la usabilitat de les icones pot definir-se i mesurar-se de moltes maneres diferents, puntualitzant que hi ha moltes formes diferents de mesurar la usabilitat, i cap mesura serà òptima per a tots els projectes.

4.3.3. Procés de *playtesting*

Fullerton (2019, pp.277-278) parla del *playtesting* com el procés més important en el que un dissenyador s'involucra, descrivint-ho com una cosa que es realitza durant tot el procés de disseny per fer-se una idea sobre la forma en la qual els jugadors experimenten el joc, emfatitzant en què aquest procés s'ha de realitzar de forma iterativa per mantenir el rumb del joc.

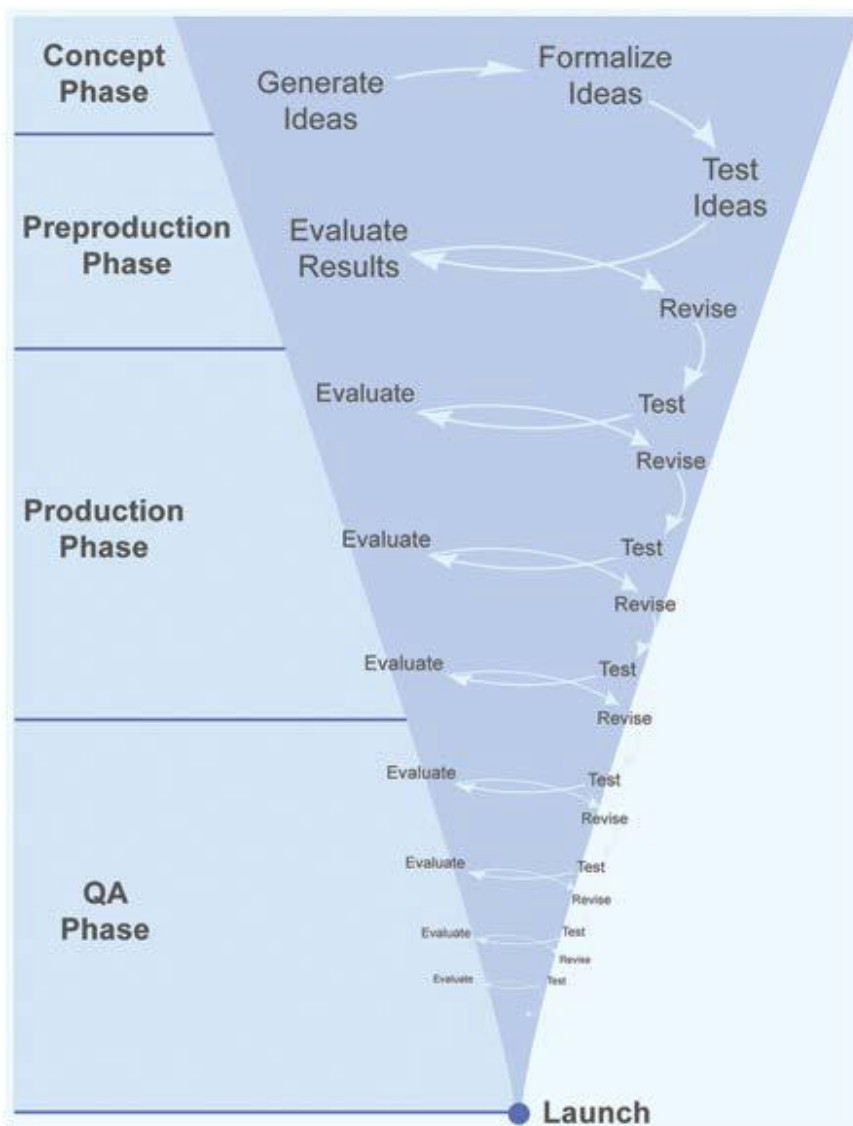


Figura 4.2.3. Model iteratiu de disseny de jocs. Font: Fullerton, 2019.

Per altra banda, Schell (2015 p.434) menciona com els *playtests* serveixen per fer venir a gent a provar un joc i observar si experimenten l'experiència pel que va ser dissenyat, i explica que tots els *playtest* estan definits per cinc preguntes clau:

- Perquè: S'ha d'iniciar un *playtest* amb un objectiu concret en ment, amb una sèrie de preguntes que, com més específiques són, millors resultats donen (p.436).
- Qui: S'ha de decidir a qui se li realitza el *playtest*, fet que és determinat pel que es vulgui aprendre dels tests, posant els següents exemples d'usuaris (pp.437-438):
 - Desenvolupadors: Són gent que està a un abast immediat del projecte, pel que poden jugar molt i donar molts comentaris al respecte, tot i que a causa de la seva proximitat amb el projecte les seves opinions poden estar esbiaixades.
 - Amics: Són gent propera amb alta disponibilitat i comoditat per parlar amb els investigadors, per la qual cosa si se'ls acudeixen idees un cop acabats els *playtest* encara les poden comunicar, però per altra banda és possible que no aportin comentaris del tot sincers per evitar molestar als investigadors.
 - Jugadors experts: A causa de la seva experiència, aquests usuaris poden aportar comentaris molt detallats amb terminologia més tècnica sobre el joc que estan provant, però a causa d'això també tendeixen a demanar reptes més complexos que s'allunyin de la mitja de jugadors.
 - Jugadors novells: Com no tenen gairebé cap experiència en videojocs, poden aportar comentaris sobre aspectes als quals els jugadors estan acostumats i normalment passen per alt, però per altra banda si només es fan tests amb aquest perfil de jugador es pot acabar fent un joc del qual la gent s'avorreixi ràpidament.
- On: Fa referència als llocs on es poden dur a terme els *playtest*, alguns exemples són (pp.438-440):
 - A l'estudi de desenvolupament.
 - En un laboratori de *playtesting*.
 - En un lloc públic.
 - A la casa dels usuaris.
 - A través d'internet.
- Que: Es refereix a què es vol aconseguir amb el *playtest*, havent-hi dos tipus de coses que consisteixen en les coses que l'investigador sap que vol investigar

i les coses que no sap que vol investigar però que descobreix a mesura que avança el *playtest* (pp.440-441).

- Com: L'últim pas consisteix en determinar com es du a terme el procés de *playtest*, responent a una sèrie de preguntes que ajuden a guiar el transcurs del test (pp.441-443).
 - Ha d'estar l'investigador allà? Aquesta qüestió depèn de la imparcialitat dels investigadors, ja que si no són capaços de mantenir-se objectius durant el *playtest* per no alterar el comportament dels usuaris, és millor no estar al mateix lloc.
 - Què dir als usuaris? En alguns tests els investigadors no diuen res als jugadors, però normalment és necessari donar algunes explicacions abans de començar, tot i que s'ha d'anar amb compte del qual es diu per no espatllar el transcurs del test.
 - On mirar? En aquest cas, Schell recomana observar les cares dels usuaris per tal d'observar les seves expressions facials durant el joc, ja que pot donar informació que no es reflecteixi en les entrevistes o qüestionaris posteriors.
 - Quines dades s'han de recol·lectar durant el *playtest*? Això és un aspecte que s'ha de planejar amb antelació i que depèn de l'objectiu de cada *playtest*, però en els casos de jocs digitals es pot programar prèviament perquè es creïn arxius amb les dades necessàries.
 - S'interromprà als jugadors a mitja partida? Schell menciona aquest aspecte com un tema delicat, on el fet de fer una pregunta en mig de la sessió de joc pot interferir amb el procés natural de joc, mentre que per altra banda si es prenen notes per preguntar als usuaris un cop hagin acabat els tests, aquests poden estar en un estat mental diferent i no recordar el fet al qual l'investigador es refereix, pel que molts dissenyadors acaben optant per interrompre només quan els jugadors fan una cosa realment inesperada que els desenvolupadors no entenen.

Tisserand (2018, pp.34-37) descriu el procés de test del GUR en una sèrie de passos genèrics que s'utilitzen en algunes empreses, aquests passos contenen tasques prèvies als tests, durant els tests i posteriors als tests:

- Recollir informació sobre aspectes com el perfil del *target*, els objectius del test, la data límit per realitzar-los i recerques prèvies.
- Avaluar la idoneïtat del projecte, prioritzant que les mecàniques o característiques que es volen testejar estiguin implementades al prototip.
- Disseny general del mètode de test, amb dades com el nombre de participants, el temps de les sessions de test o el nombre d'investigadors.
- Planificació administrativa per evitar problemes de disponibilitat dels participants o superposicions entre investigadors, en cas que hi hagi més d'un.
- Reclutament de participants en el qual s'ha de tenir en compte el moment en què es recluten, per evitar fer-ho massa aviat i haver de repetir el procés, i una plantilla de preguntes adequades que no deixin veure les respostes desitjades.
- Finalització del disseny de l'estudi acabant de definir els detalls que s'han de tenir en compte.
- Preparar el laboratori deixant preparades coses com el joc, els qüestionaris, el material necessari, programes per gravar la pantalla i programes per recol·lectar les dades del joc necessàries.
- Fer els tests tenint clar aspectes com el moment en el qual es vol començar a gravar la pantalla, el moment en el qual s'omplen els qüestionaris o els descansos que es donen als participants.
- Analitzar els resultats observant aspectes com si els jugadors han trigat més del que haurien, si el comportament observat era el que s'esperava, etc.
- Escriure el report per ajudar a l'equip de desenvolupament a millorar el seu projecte.
- Presentar les conclusions, que depenent de l'empresa es fa en persona o a través del report escrit.
- Seguiment de les millores que es realitzen per preparar-se per futurs test.

Finalment, Fullerton (2019, p.302) proporciona tres tècniques bàsiques d'usabilitat per fer un *playtest*. La primera és no liderar als usuaris mentre juguen, ja que la funció dels investigadors consisteix només en observar, i si pregunten alguna cosa respondre amb una pregunta que els demani el que creuen que han de fer, ajudant a trobar errors que s'ha d'arreglar. El segon és un recordatori que els usuaris expressin els seus pensaments en veu alta, fet que proporciona informació sobre les seves expectatives

i eleccions a mesura que juguen. Finalment, recomana utilitzar formularis per obtenir dades quantitatives dels resultats dels *playtest*.

4.4. First Person Shooter

Aquesta secció es centra en els videojocs FPS, on es parla de la seva definició, les mecàniques principals que els caracteritzen i els estils de joc que es poden trobar en els *shooters* 3D.

4.4.1. Definició de First Person Shooter

Zammitto (2008, p.268) defineix els FPS com un subgènere dels jocs d'acció on la violència és un mecanisme que s'hi pot trobar en la majoria dels seus títols. Apperley (2006, p.15) també categoritza els FPS com un dels majors subgèneres dels jocs d'acció, mentre que Wolf i Perron (2023, pp. 294-297) puntualitzen que els FPS han influenciat molt els jocs d'acció, i que aquesta categoria s'ha estès tant fins al punt en què "acció" deixa de ser un terme autònom per definir un gènere sencer. Per altra banda, hi ha autors com Rogers (2010, p.9) que considera els *shooters* com un gènere propi de videojoc on les mecàniques es centren principalment en disparar projectils a enemics en un entorn accelerat, comptant amb subgèneres que es diferencien pel seu tipus de càmera, fet recolzat per Saunders i Novak (2007, p. 62), que comenten que els FPS es defineixen per dos grans factors, sent la càmera i el *gameplay* orientat a l'acció.

- *First Person Shooter*. són els *shooters* on la càmera es mostra des de la perspectiva del jugador (Rogers, 2010), un exemple es pot observar en el joc *Quake* (Id Software, 1996).



Figura 4.4.1. Quake. Font: Id Software, Nightdive Studios i MachineGames, 1996.

- *Third Person Shooter* són els *shooters* on la càmera es posiciona darrere del jugador, la qual permet una visió parcial o total del personatge i el seu entorn (Rogers, 2010), com per exemple al joc *Helldivers 2* (Arrowhead Game Studios (2024)).

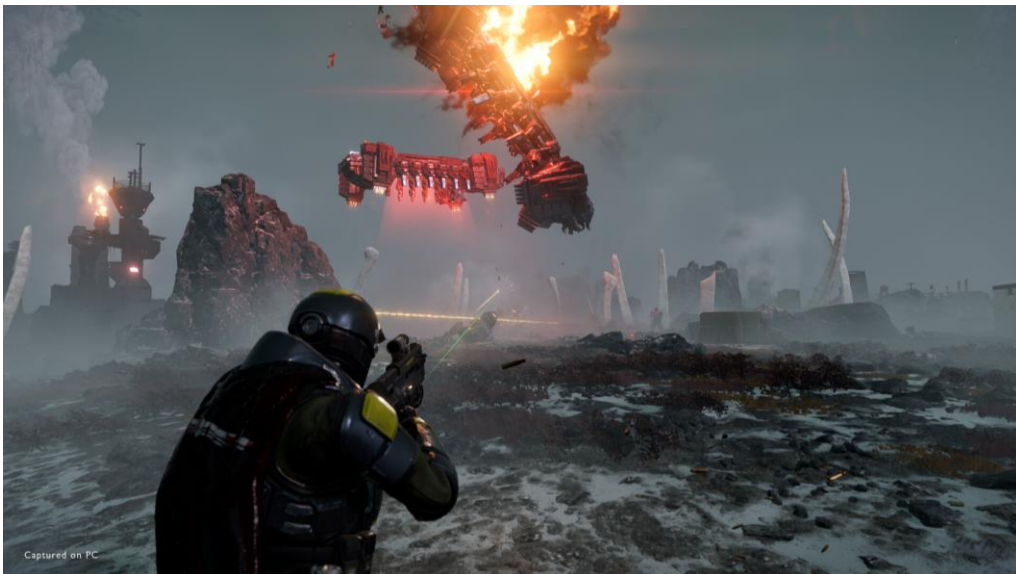


Figura 4.4.1. Helldivers 2. Font: Arrowhead Game Studios, 2024.

- *Shoot 'em up*: Són *shooters* arcade on els jugadors disparen a grans quantitats d'enemics mentre eviten els perills, els avatars solen ser un vehicle en lloc d'un

personatge i poden presentar-se des de diferents angles de càmera, com per exemple a Space Invaders (Taito Corporation, 1978) .



Figura 4.4.1. Space Invaders. Font: Taito Corporation, 1978.

Crawford (2003) defineix els FPS com aquells jocs on el jugador passa la major part del temps disparant a altres (p.417) mentre navega per entorns 3D complexos, recull armes i resol puzles (p.87), mentre que Zimmerman (2004, p.312) amplia lleugerament aquesta descripció mencionant com les mecàniques principals d'aquests jocs són un set d'accions relacionades entre elles que inclouen moure's, apuntar, disparar i gestionar recursos com vida, munició i armadura si se'n fa servir, a part, Wolf i Perron (2023) mencionen com una de les característiques dels FPS és l'adrenalina del *gameplay*.

Finalment, Adams (2014) explica l'essència dels *shooters* com aquella on es realitza una acció de disparar a distància amb l'ajuda d'algun tipus de dispositiu mecànic, fent

que aquest gènere de jocs es basi en l'habilitat dels jugadors per manejar aquests dispositius i aconseguir l'efecte desitjat, que normalment és destructiu.

Segons Adams (2014) hi ha dues situacions en les quals els jugadors han de parar atenció a la vegada: Els perills imminents, si és que hi ha, i els objectius als quals ha de disparar, a causa d'això, una de les habilitats clau dels *shooters* és la punteria, tal com també va puntualitzar anteriorment Zimmerman (2004). Els jocs de *shooter* poden variar molt depenent del *gameplay* i del model de càmera que s'utilitza, similar al que va mencionar Rogers (2010) però hi ha una sèrie d'aspectes fonamentals que s'han de tenir en compte a l'hora de fer un joc d'aquest gènere.

4.4.1.1. Elements de dispar

Degut a que els *shooter* es basen en la interacció entre un avatar i un o més objectius, hi ha tres característiques principals que Adams (2014) defineix per dissenyar aquest tipus de jocs.

- **La naturalesa de la interacció:** Respon el "perquè" del procés de disseny, és on s'explica quin és l'objectiu del jugador i per quin motiu el vol aconseguir. La majoria dels jocs de *shooter* tenen algun component de combat on l'avatar es troba en perill, però tot i això no s'ha d'assumir que els trets impliquen violència, ja que es poden crear situacions on el personatge ha de disparar en una àrea concreta amb una pistola de pintura.
- **La naturalesa dels objectius:** Respon al "que" del procés de disseny, explica a què està disparant el jugador i a què passa quan els hi dona als objectius. També s'han de definir diverses característiques dels objectius sobre el seu moviment, patró de comportament i les conseqüències que impliquen algunes accions com el fet que els objectius puguin atacar de volta al jugador.
- **La naturalesa de l'avatar:** En jocs de tir al blanc i de caça el jugador no s'ha de preocupar de ser atacat per enemics, però en la majoria dels jocs el mateix jugador és també un objectiu de diferents amenaces. En aquest cas, s'han de dissenyar algunes característiques necessàries que definiran al jugador, com el sistema de vida, armadura si escau, sistema de moviment o elements amb els quals el jugador pot disparar.

4.4.1.2. Dispositius de dispar

Adams (2014) explica que generalment, els dispositius amb els quals es poden disparar es poden classificar en dues grans categories: Armes i no armes. Mentre que una arma està intencionada per fer mal, una no arma pot estar dissenyada tant per fer mal com per realitzar altres funcions, un per exemple podria ser la pistola de portals del Portal, tot i això, Wolf i Perron (2023, p.151) discrepen, definint Portal com un joc de puzles per sobre d'un FPS, ja que l'acció no es basa en l'adrenalina de disparar, sinó en les habilitats cognitives per resoldre problemes.

En el seu llibre, Rogers (2010, pp. 262-264) menciona a Hardy LeBel quan explica que el disseny del combat a rang és qüestió de construir un ritme distintiu pel qual hi ha bastants factors que hi influencien, com serien:

- Forma d'apuntar.
- Temps de recàrrega.
- Cadència de foc.
- Punteria de l'arma.
- Letalitat.
- Disponibilitat de munició.
- Disponibilitat d'àrea d'efecte d'armes com granades.
- Mecàniques de vida.
- Etc.

Per altra banda, els dispositius que Adams (2014) defineix poden estar referenciats en objectes de la vida real o en objectes imaginaris, per la qual cosa en alguns casos els usuaris poden tenir dificultats per diferenciar entre la funcionalitat d'armes imaginàries pel fet de no existir en la vida real, motiu pel qual menciona una sèrie d'atributs que s'utilitzen per simular el comportament d'aquests dispositius en comparació al d'armes reals:

- Precisió: És la possibilitat que el projectil vagi directament on apunta la mira, ignorant factors com la punteria del jugador.
- Rang: És la distància a la qual el projectil pot arribar abans de deixar de fer mal.

- Mida del carregador: És la quantitat de munició que es pot carregar en una arma abans de ser canviada
- Dany: És la quantitat de mal que una arma pot fer a un objectiu, que pot variar en funció del tipus de bala i l'energia cinètica del projectil.
- Cadència de foc: És el temps entre trets, també referenciat com la quantitat de trets que es poden fer en un temps determinat.
- Difusió: És el valor que determina la relació en la qual es dispersa un tret a mesura que avança.
- Retrocés: És la força que exerceix l'arma cap al jugador al ser disparada, representada normalment amb un desplaçament de la mira del seu punt original.
- Maneig: És un valor abstracte que representa la velocitat amb la qual un jugador pot tornar a apuntar l'arma després de disparar amb ella.
- Temps de recàrrega: És el temps requerit per canviar un carregador buit per un de ple, durant aquest temps el jugador no pot apuntar ni disparar l'arma, tot i que en alguns jocs casuals no es requereix aquesta acció.
- Modes de tir: Es refereix a la quantitat de vegades que una arma pot disparar amb una sola tirada de gallet.
- Predisposició a mal funcionament: És la possibilitat que una arma no dispari correctament una bala. La majoria dels jocs no implementen aquesta funció, però els que ho fan normalment ho representen amb un error que el personatge ha d'arreglar, normalment recarregant l'arma.
- Pes: A més pes té una arma, menys retrocés té, però fa que sigui més difícil d'apuntar i cansada de portar.
- Accessoris: Són una sèrie d'eines que milloren l'arma, hi ha de diferents tipus, ja sigui silenciadors, llanternes, làsers, etc.

Tot i això, Adams (2014) puntualitza que no és necessari donar tota aquesta informació als jugadors, fins i tot pot haver-hi algunes de les característiques es descobreixin a mesura que es juga, mencionant també que molts jocs utilitzen diferent terminologia per definir aquestes característiques, per la qual cosa els noms que s'utilitzen poden variar en funció del que s'adeqüi més al joc que es vol dissenyar.

Finalment, Moore (2011, p.177) mostra una taula on exemplifica una sèrie de característiques i valors a tenir en compte a l'hora de dissenyar els dispositius de tret per un joc FPS, mostrant diversos exemples d'armes ja dissenyades que, segons explica, es poden fer servir en un document de disseny.

FPS Weapon Chart										
Name	Type	Damage Range	Range Close	Damage Multipliers				Rate of Fire	Ammo Load	Reload Time (secs)
				Max	Head	Body	Limbs			
Wrench	Melee	12-15	1-4		x1.5	x1.0	x1.2	NA	NA	NA
Knife	Melee	6-10	1-4	5-20	x1.2	x1.4	x0.8	NA	NA	NA
Chainsaw	Melee	25-40	1-4		x3.0	x1.0	x2.0	NA	NA	NA
M9	Pistol	15-30	0-50	51-150	x1.2	x1.0	x0.8	Fast	15	Fast
Glock 22	Pistol	20-40	0-75	76-200	x1.5	x1.0	x1.0	Fast	15	Fast
Walther PPK	Auto-Pistol	15-20	0-40	41-100	x1.2	x1.0	x0.8	Very Fast	9	Very Fast
Hunting Rifle	Rifle	18-30	0-75	76-300	x1.0	x0.9	x1.0	Slow	5	Slow
M16	Rifle	25-50	0-60	61-300	x1.5	x1.0	x1.2	Very Fast	20	Moderate
Barret M98B	Sniper Rifle	24-40	0-70	71-300	x2.0	x1.2	x1.0	Moderate	4	Slow
Browning Auto-5	Shotgun	10-15*	0-30	31-70	x0.8	x1.0	x0.8	Slow	4	Very Slow
Uzi	SMG	9-13	0-40	41-100	x0.8	x1.0	x0.8	Very Fast	30	Moderate
Heckler & Koch MP7	SMG	12-15	0-50	51-120	x1.0	x1.0	x1.0	Very Fast	40	Moderate
M1 Bazooka	Bazooka	60-120*	10-50	51-150	x1.0	x1.0	x1.5	NA	1	Very Slow
Ares M-92 Zapper	Electric Pistol	21-30	1-30	31-60	x1.0	x1.2	x1.0	Moderate	NA	NA
Ares B-6 Plasma Rifle	Pulse Rifle	70-100	1-60	61-150	x1.4	x1.0	x1.0	Slow	NA	NA
M67 Grenade	Grenade	10-120*	5-20	21-30	x1.2	x1.0	x1.6	NA	NA	NA
M74 Mine	Landmine	90-120*	1-5	6-15	x0.8	x1.0	x2.0	NA	NA	NA

* = May hit multiple targets

Taula 4.4.1.2. Característiques i valors per diferents armes. Font: Moore, 2011.

4.4.2. Estils de joc

Segons Schell (2015) els FPS solen centrar els seus modes de joc en el combat entre jugadors (p.410) mencionant que els FPS multijugador són en gran manera un tipus de joc d'arena (p.29).

Per altra banda, Rogers (2010, pp.270-271) parla de l'estil de joc sobre raïls, que és similar als de la galeria de tir però amb el jugador muntat en un vehicle. El jugador s'ha de defensar d'hordes d'enemics que se li acosten, i en aquest cas el control del moviment no forma part de les accions que pot realitzar. Wolf i Perron (2023, p.330) també parlen dels *shooters* sobre raïls especificant que el vehicle es mou pels nivells seguint una ruta fix, i només progressant en el joc quan es compleixen uns requisits específics. Altres estils de joc de *shooters* anomenats per aquests autors són els *run and gun*, on el jugador té la capacitat de moure el seu personatge només en dos eixos, com passa al *Contra* (Konami, 1987) i els *shooters* fixes, on el nivell es juga en una sola pantalla i el moviment del jugador es restringeix a un sol eix, com passa al *Space Invaders* (Taito, 1978).

Finalment, Adams (2014) amplia aquesta informació mencionant com els *shooters* en 3D ofereixen una gran varietat d'estils de joc que depenen d'aspectes com el mode de competició, el ritme, el nombre de jugadors, el disseny dels nivells o el realisme, això fa que hi hagi una sèrie de categories que engloben aquests estils.

- Galeria de tir: Són uns dels més simples i antics que hi ha, ja que com el seu nom indica, emulen una galeria de tir en la que el jugador dispara als objectius des d'una distància fix Adams (2014).
- Shooters sobre raïls: Reben aquest nom pel fet que es juguen en un entorn tancat amb poques ramificacions. Els jugadors no prenen decisions de navegació ni exploració i normalment són jocs d'un jugador o amb mode cooperatiu per dos jugadors Adams (2014).
- Shooters tàctics: Solen simular forces especials en una era moderna, amb armes i situacions realistes, fent que s'hagin de jugar amb cautela Adams (2014).

- Supervivència d'horror: Destaquen per la potència dels seus gràfics per mostrar grans quantitats de sang i escenes gore. Al tractar-se de situacions desconcertants, utilitzen l'exploració com un dels seus components principals Adams (2014).
- Jocs d'arena: Es dissenyen principalment (i en alguns casos exclusivament) com a jocs multijugador. El disseny es centra sobretot en el balanceig d'armes, objectes i mapes, alguns exemples serien Team Fortress 2 (Valve, 2007), Counter Strike (Valve, 2000) o la saga Battlefield (EA Digital Illusion CE) Adams (2014).

Pel que fa a la progressió d'aquest tipus de jocs, normalment s'utilitza un sistema de millores de l'equipament a mesura que augmenten els nivells, mentre que les millores significatives de l'avatar normalment s'inclou en els híbrids entre *shooter* i RPG (Adams, 2014).

4.4.3. Accions

A l'hora de dissenyar un *shooter*, Rogers (2010, pp. 262-264) defineix tres accions principals per aquest gènere, les quals anomena les tres As: acció (en anglès *action*), punteria (en anglès *aiming*) i munició (en anglès *ammo*).

- Acció: És la càrrega, tret i descàrrega d'una pistola.
- Punteria: És la forma en la qual un jugador apunta al seu objectiu, i és un gran problema que pot definir l'èxit d'un joc, a causa dels diferents mètodes que es poden implementar, com punteria assistida, punteria automàtica, punteria lliure, etc.
- Munició: És el que el jugador dispara.

Per altra banda, Moore (2011, p.26) considera que en els *shooters* s'hi troben quatre accions principals, sent aquestes el moviment, el combat, els puzles i la gestió de recursos, però Adams (2014) considera que les accions que es poden fer primer s'han de dividir en dos grans grups, on es troben les principals, que són necessàries per definir la base del *gameplay*, i les secundàries, que no són obligatòries però poden enriquir la jugabilitat.

- Accions principals.
 - **Moviment:** Partint de la possibilitat que el jugador es pugui moure per l'entorn, hi ha una sèrie d'activitats que es poden afegir més enllà del moviment base controlat per les tecles WASD i el ratolí o el comandament, com podria ser ajupir-se, tirar-se a terra per reduir el camp de col·lisió del personatge i millorar la punteria de l'avatar, rodar per evitar perills o fer observacions ràpides des d'algun lloc cobert. Aquestes accions poden incrementar la seguretat de l'avatar a costa d'un augment de la dificultat Adams (2014).
 - **Observació:** El jugador necessita veure el seu entorn, tant per tenir clar on anar, com per fer un seguiment dels seus enemics i possibles amagatalls, per això és important definir correctament el model de la càmera del joc. En el cas dels FPS, la visió del jugador simula a la del seu avatar, per la qual cosa generalment necessita rotar el personatge per poder veure al seu voltant, tot i això, degut a que la visió de la pantalla normalment permet un angle de visió més reduït que el de l'ull humà, alguns jocs permeten configurar múltiples monitors per ensenyar un rang de visió més ampli, o augmentar el camp de visió distorsionant els marges de la pantalla, de manera que es crea una visió perifèrica artificial, a costa de la sensació de moure's per un túnel. A part, es poden afegir característiques en l'observació dels jugadors com l'ús de zoom, visió nocturna, o objectes reflectants per poder veure a través de les cantonades sense exposar a l'avatar. Alguns jocs també inclouen mini mapes per ajudar al jugador a orientar-se per l'entorn Adams (2014).
 - **Apuntar i disparar:** En els *shooters* 3D, la direcció en la qual apunta l'avatar no és necessàriament la direcció en la qual apunta l'arma, per això l'estàndard actual consisteix en l'ús de creuetes al centre de la pantalla per indicar la direcció en la qual aniran els projectils. Els *shooters* en primera persona, la punteria es considera més precisa i permet millors trets a llarga distància, tot i això, la majoria dels jocs FPS no estan orientats a aquest tipus d'acció, i opten per un mode més frenètic, similar al dels *shooters* en tercera persona, sobretot en mode multijugador. Alguns *shooters* també ofereixen una opció d'apuntat

automàtic, que permet al jugador apuntar als seus objectius de manera menys curiosa i encertar igualment els tirs, hi ha quatre formes principals d'implementar aquesta opció Adams (2014).

- Magnetisme de la mira: La mira es mou automàticament cap a qualsevol enemic al qual el jugador estigui apuntant.
 - Magnetisme de la bala: La trajectòria de les bales es corba cap a l'enemic en lloc del punt al qual el jugador apunta.
 - Mida de l'objectiu: El *collider* dels objectius es fa més gran que el seu model, fent-los més fàcil d'impactar.
 - Fixació d'objectiu: El jugador pot fixar el punter del joc en un enemic concret, que el segueix fins que el jugador el canvia a un altre objectiu o aquest mor.
- Accions secundàries: Els *shooters* proporcionen una varietat d'accions que tot i no ser estrictament necessàries pel gameplay, poden ajudar a enriquir-lo i fer-lo més dinàmic (Adams, 2014; Rogers, 2010).
 - Canviar d'armes.
 - Recarrega d'armes.
 - Tirar granades.
 - Combat cos a cos.
 - Interaccions amb l'entorn.

4.4.4. Elements clau dels HUDs dels FPS

Tal com diuen Wolf i Perron (2023, p.183) i Jørgensen (2012, p.13), la representació del món es du a terme a través dels ulls del personatge, sent la forma principal en la qual es presenta el joc al jugador, això fa que normalment el jugador només pugui veure el braç de l'arma que porta equipada, sense mostrar-se cap altra part del seu avatar. Saunders i Novak (2007, p.62) amplien aquesta informació mencionant que aquesta perspectiva es considera la més immersiva degut a que el punt de vista del personatge i del jugador és el mateix, a la vegada que puntualitzen com a causa del punt de vista en primera persona d'aquests jocs, és difícil determinar algunes coses com la direcció des de la qual ataquen al jugador, per la qual cosa és important que els HUDs dels FPS mostrin la informació de forma clara (p.107).

A causa de la similitud del *gameplay* dels FPS, Saunders i Novak (2007, pp.106-108) mencionen que això també implica una similitud en les seves interfícies d'usuari, a part del fet que aquest gènere de jocs no necessita proporcionar més informació de la necessària al jugador, per la qual cosa aquests HUDs acaben sent dels més simples entre els diferents gèneres de videojocs, on els jugadors només acaben esperant tenir la informació de la vida, armadura (si hi ha), munició de l'arma i munició de reserva disponible amb un sol cop d'ull. Zammitto (2008, p.269) també considera la vida i la munició com una informació crítica pel jugador, emfatitzant en què els canvis en la vida del personatge han d'estar disponibles en pantalla en tot moment i que la baixa munició ha d'estar ben indicada al jugador degut a que quan recarregui l'arma implicarà un temps en el qual no podrà disparar. Rogers (2010) també parla de la importància de la representació de la vida en els FPS, i menciona el recurs de les esquitxades de sang en pantalla per indicar que el jugador ha rebut algun tipus de mal, afegint un enfosquiment de la pantalla a mesura que la vida del jugador baixa fins a estats crítics.

Finalment, Adams (2014) amplia aquesta informació mencionant que la interfície d'usuari és un element dissenyat per donar suport a les activitats clau dels jugadors a part d'aportar informació addicional com la munició de les armes, la vida de l'avatar, etc. A partir d'aquí apareixen diferents punts de vista respecte a les formes de dur a terme aquestes representacions que poden suposar un repte a causa del fet que els jugadors necessiten tenir una visió clara de l'entorn que els envolta, per la qual cosa s'ha de trobar un balanç entre la informació que s'ensenya i la molèstia que pot causar l'excés d'aquesta en pantalla.

Els jugadors han de ser capaços de prestar atenció a la informació de la interfície d'usuari amb només un cop d'ull, pel que Adams (2014) indica una sèrie de recomanacions que poden ajudar als jugadors a entendre el que se'ls hi mostra en pantalla.

- Mostrar només el que el jugador necessita saber: Molts jocs d'acció només requereixen una quantitat bastant limitada d'informació, per la qual cosa s'han de llistar els elements crucials que el jugador pugui necessitar acord al joc que

es vulgui fer, generalment són els indicadors de vida, munició i arma equipada Adams (2014).

- **Mantenir la informació en pantalla:** Similar al punt anterior, la informació vital pel jugador hauria de mostrar-se sempre en pantalla, evitant així fer-lo canviar de pantalla en moments importants que puguin trencar la concentració Adams (2014).
- **Utilitzar indicadors gràfics en lloc de números o text:** En els jocs d'acció rarament es necessita saber els valors exactes de les coses, per la qual cosa és més senzill d'entendre un element gràfic com el que seria una barra d'energia Adams (2014).
- **Posar atenció a la informació crítica:** Degut a que el jugador no pot prestar atenció constantment als seus indicadors, s'ha de buscar una forma per cridar la seva atenció quan alguns d'aquests recursos estigui baix, per això la solució més senzilla és fer parpellejar l'indicador que necessiti l'atenció del jugador, ja que la seva visió perifèrica és capaç de detectar aquests canvis sense mirar-los directament. És important no recolzar-se només en canvis de color dels indicadors, ja que pot suposar una dificultat pels jugadors daltònics Adams (2014).
- **Mantenir els mapes del *gameplay* principal senzills:** En el cas d'utilitzar mini mapes en la pantalla del *gameplay*, la informació que proporcionin ha de ser senzilla i immediatament comprensible. Si el mapa ha de mostrar informació extra i complicada, és recomanable fer un menú dedicat exclusivament al mapa on fins i tot s'aturi l'acció perquè el jugador el pugui entendre Adams (2014).
- **Utilitzar informació auditiva:** Els jugadors depenen molt del seu sentit de l'oïda per advertir-se de diferents situacions com perills imminents, obtenció d'objectes valuosos, o superació de reptes, aquestes circumstàncies poden no ser visibles en mig de l'acció, per la qual cosa s'ha d'assegurar que almenys poden ser escoltades Adams (2014).

5. Disseny metodològic i cronograma

En aquesta secció s'indiquen els passos realitzats per a la consecució d'aquest treball i la metodologia aplicada. En aquest sentit, el treball s'organitza en tres grans fases que es realitzen de manera seqüencial, on primerament s'estudien les representacions més comunes, per tot seguit fer un prototip que posteriorment permeti realitzar el *playtesting*. Finalment, es crea un cronograma en el qual es mostren els temps de cada fase de treball.

5.1. Fase 1: Estudi

La primera fase del projecte es divideix en dos passos relacionats amb l'anàlisi de les UI de diferents jocs VR, on primer es seleccionen jocs entre els més venuts a Steam per posteriorment estudiar els seus HUDs.

5.1.1. Selecció

Es fa una recopilació de deu dels jocs amb mecàniques FPS més exitosos a la secció de VR de la plataforma Steam. La llista inclou títols destacats en els anys 2020, 2021 i 2022, trobats a l'apartat *Best of* de cada any.

5.1.2. Anàlisi

Un cop seleccionats, es fa un anàlisi de cadascun dels HUD d'aquests jocs, parant atenció al tipus de representació que s'utilitza pels diferents elements que inclouen per tal de buscar patrons respecte a els tipus més utilitzats en cada cas, aquests estudis es centren en la representació de la vida, la munició, la forma d'apuntar i la informació que dona el joc per marcar objectes recol·lectables.

5.2. Fase 2: Prototip

La segona fase es divideix en quatre apartats que serveixen per dur a terme tot el procés de creació del prototip i posteriorment validar-lo o canviar-lo per realitzar els ajustos necessaris.

5.2.1. Joc base

El primer pas consisteix en la creació d'un prototip de joc FPS en VR. Per a això s'utilitza el motor de jocs *Unity*, junt amb un *asset* on venen implementades les interaccions bàsiques d'un joc FPS en VR que permet crear la base del projecte i fer els ajustos necessaris per poder crear i canviar els HUDs.

5.2.2. Disseny

Aquest pas es divideix en dues subfases, on primer es fa el disseny del *gameplay* del prototip, fent els canvis necessaris al *asset* inicial per tal d'adaptar-lo a les necessitats del projecte, per posteriorment fer el disseny de les diferents propostes de HUDs que conformen el treball, seguint la metodologia de Peacocke et. al. (2014), Peacocke et. al. (2015) i Peacocke et. al. (2018) on es seleccionen diferents representacions d'un mateix element del HUD i es comparen entre elles mitjançant sessions de *playtest* amb diferents usuaris per valorar la seva experiència d'usuari.

Per finalitzar la fase de disseny dels HUDs, es fa un conjunt de *wireframes* on es mostra de manera visual les diferents representacions utilitzades pels elements de la vida, la munició, l'apuntat i la selecció d'objectes, elements que es combinen de diferents formes segons la versió de HUD que s'utilitzi per a cada *playtest*, resultant en un total de 15 propostes de HUDs que en 3 casos busquen valorar la representació de la vida, en 4 casos busquen valorar la representació de la munició, en 4 casos la representació de la forma d'apuntar i en 4 casos la representació de la selecció d'objectes.

5.2.3. Implementació

Amb el *wireframe* i el joc base ja fets, s'implementen les diferents representacions de cada element a estudiar i es crea un controlador per combinar les que es mostren en cada cas, acord a la versió de HUD que s'està testejant.

5.3. Fase 3: *Playtesting*

Amb el prototip ja acabat, l'última fase del projecte consisteix tot el procés de test amb usuaris de diferents perfils, començant per un disseny previ on es preparen tots els

qüestionaris necessaris, seguit d'una planificació de l'estudi on es defineix l'ordre en el qual cada usuari juga amb les diferents versions de HUDs, per finalment fer un anàlisi de tots els resultats obtinguts, tant de forma general com dividida per perfils.

5.3.1. Disseny de l'estudi

Primerament, es defineixen les proves del test, identificant els punts claus a tenir en compte tant del prototip com dels usuaris que realitzen les proves, considerant aspectes com, per exemple, la seva experiència prèvia en VR, per això es creen cinc qüestionaris, on el primer de tots és per obtenir dades demogràfiques dels participants, que els participants omplen abans de començar amb qualsevol dels *playtest*, els altres quatre són per valorar les representacions de cada un dels elements del HUD per separat.

5.3.2. Tests

Amb la planificació dels tests feta, es realitzen sessions de *playtest* amb diferents usuaris separades al llarg de dos dies, on juguen durant 2 minuts a cada una de les versions de HUD creades per posteriorment, al final de cada test, omplir el qüestionari corresponent valorant en cada cas la representació general del HUD i a continuació la representació de l'element concret que es vol valorar.

5.3.3. Anàlisi

Un cop acabats tots els *playtests* amb usuaris, es fa una classificació de les dades obtingudes d'acord amb els perfils resultants dels qüestionaris generals on els demanen dades demogràfiques i relacionades amb la seva experiència prèvia amb jocs FPS i en VR.

5.4. Cronograma

En aquest punt es presenta de forma visual el procés del projecte i el temps dedicat a cada una de les seves parts, ordenades en les diferents fases mencionades.

Cronograma	Octubre	Novembre	Desembre	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig
Fase 0								
Proposta tema								
Acceptació proposta								
Estructuració memòria								
Antecedents recerca								
Marc teòric								
Fase 1								
Selecció jocs								
Anàlisi jocs								
Fase 2								
Joc base								
Disseny prototip								
Implementació								
Fase 3								
Disseny playtest								
Planificació playtest								
Anàlisi resultats								
Conclusions								

Taula 5.4. Cronograma del desenvolupament del projecte. Font: Elaboració pròpia.

6. Resultats

En aquesta secció es mostren els resultats del procés descrit anteriorment, comentant els anàlisis realitzats i descrivint el desenvolupament del prototip.

6.1. Fase 1: Estudi

Durant la primera fase es fa una selecció i s'estudien les GUI de diferents jocs VR amb mecàniques FPS per tal d'identificar els punts més importants de cadascun i buscar similituds entre ells.

6.1.1. Selecció

Els jocs de la següent taula es treuen de les llistes “Lo mejor de” de Steam en els anys 2020, 2021 i 2022 en la secció “Lo mejor en RV”, alguns d'aquests jocs han aparegut a les llistes durant els tres anys seguits, ja que aquesta categoria ordena els jocs en funció dels seus ingressos bruts.

Nom	Enllaç Steam	Any	Estudi	Mode de joc
<i>Pavlov VR</i>	https://store.steampowered.com/app/555160/Pavlov_VR/	2017	<i>Vankrupt Games</i>	<i>Multiplayer</i>
<i>Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades</i>	https://store.steampowered.com/app/450540/Hot_Dogs_Horseshoes__Hand_Grenades/	2016	<i>Rust LTD.</i>	<i>Singleplayer</i>
<i>Superhot VR</i>	https://store.steampowered.com/app/617830/SUPERHOT_VR/	2017	<i>Superhot Team</i>	<i>Singleplayer</i>
<i>Arizona Sunshine</i>	https://store.steampowered.com/app/342180/Arizona_Sunshine/	2016	<i>Vertigo Games, Jaywalkers Interactive</i>	<i>Singleplayer</i>
<i>The Walking Dead: Saints & Sinners</i>	https://store.steampowered.com/app/916840/The_Walking_Dead_Saints__Sinners/	2020	<i>Skydance Interactive</i>	<i>Singleplayer</i>

<i>Half-Life: Alyx</i>	https://store.steampowered.com/app/546560/HalfLife_Alyx/	2020	Valve	<i>Singleplayer</i>
<i>Boneworks</i>	https://store.steampowered.com/app/823500/BONEWORKS/	2019	<i>Stress Level Zero</i>	<i>Singleplayer</i>
<i>Into the Radius VR</i>	https://store.steampowered.com/app/1012790/Into_the_Radius_VR/	2020	CM Games	<i>Singleplayer</i>
<i>Bonelab</i>	https://store.steampowered.com/app/1592190/BONELAB/	2022	<i>Stress Level Zero</i>	<i>Singleplayer</i>
<i>After the Fall</i>	https://store.steampowered.com/app/751630/After_the_Fall/	2021	Vertigo Games	<i>Singleplayer i multiplayer</i>

Taula 6.1.1. Llista dels jocs seleccionats pel seu anàlisi. Font: Elaboració pròpia.

6.1.2. Anàlisi

Un cop seleccionats els jocs, es fa un anàlisi dels diferents elements de GUI que es troben al llarg dels jocs, junt amb els moments en els quals aquests elements es fan visibles en cas que no ho estiguin permanentment.

Seguint la metodologia de Peacocke (2015), Peacocke et. al. (2014), Peacocke et. al. (2015) i Peacocke et. al. (2018), es fa un anàlisi dels elements comuns en la majoria de FPS: Indicadors de vida, arma, munició i navegació. Secundàriament, es fa un anàlisi d'altres elements a la recerca de punts en comú que puguin tenir els jocs al estar fets en VR, en aquest cas els elements estudiats consisteixen en la representació de la forma d'apuntar amb les armes i de seleccionar objectes recol·lectables.

6.1.2.1. Pavlov VR

Aquest joc s'analitza utilitzant una sèrie de vídeos de *YouTube* de *gameplay* sense comentaris i tutorials on es parla d'aspectes bàsics de la jugabilitat (Chillst3p VR, 2020; Chillst3p VR, 2020; FullThrough, 2023).

Vida: En aquest joc la representació de la vida es mostra de forma diegètica, en aquest cas utilitzant un rellotge situat a la mà esquerra del jugador. Aquest rellotge proporciona informació sobre la vida i l'escut del jugador, utilitzant dues barres a la part dreta.



Figura 6.1.2.1. Representació diegètica de la vida. Font: Vankrupt Games, 2017.

Quan el jugador mor, la pantalla es torna en blanc i negre i depenent del mode de joc reviu al cap d'uns pocs segons.

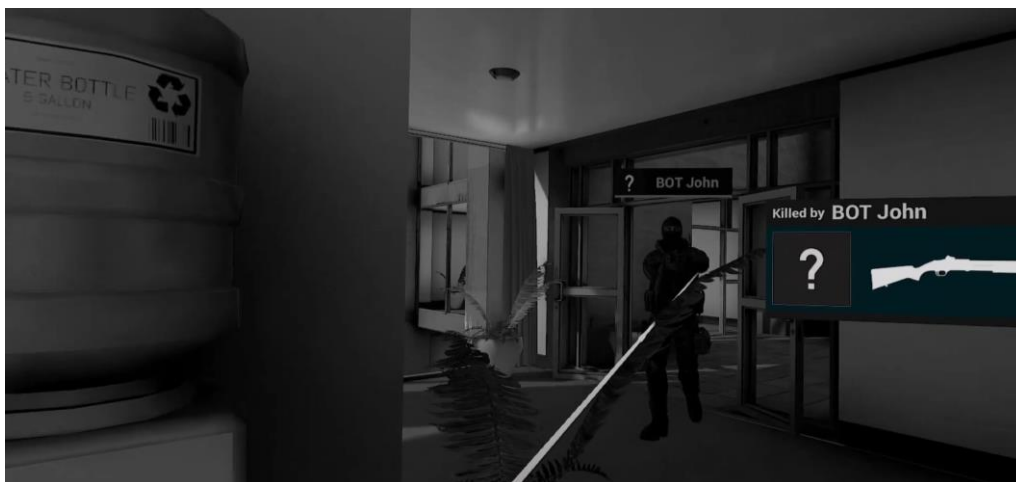


Figura 6.1.2.1. Representació de la mort del jugador. Font: Vankrupt Games, 2017.

Arma: En aquest joc no es mostra cap element que indiqui quina és l'arma que està fent servir el jugador, la diferència entre les armes es troba en els seus models 3D i la forma de disparar que tenen quan es prem el gallet.

Munició: Les armes no compten amb cap indicador sobre la munició restant, per la qual cosa l'única forma de saber que el cartutx s'ha esgotat és prement el gallet i veient que no hi ha cap feedback al realitzar aquesta acció.

La recàrrega de les armes es fa de forma manual, acostant el cartutx de munició a la part inferior de l'arma i després estirant una palanca de l'arma, però tot i això no hi ha cap element que indiqui on s'ha de posar el cartutx ni amb quins elements de l'arma s'ha d'interaccionar a l'hora de fer aquestes accions.



Figura 6.1.2.1. Acció de recàrrega de l'arma. Font: Vankrupt Games, 2017.

Navegació: Degut a que en aquest joc no hi ha una història com a tal i les partides són en mapes tancats, no hi ha elements que guiïn al jugador per cap camí concret.

Apuntat: En aquest joc les armes no tenen cap punter làser, per la qual cosa s'utilitza la pròpia forma del model 3D de les armes per apuntar a través de les mires que tenen integrades, tot i això hi ha armes a les quals se'ls hi poden posar accessoris com mires

més avançades que integren una creueta o un punter i poden aplicar una mica de zoom per ser més precises, però continuen sent elements diegètics.

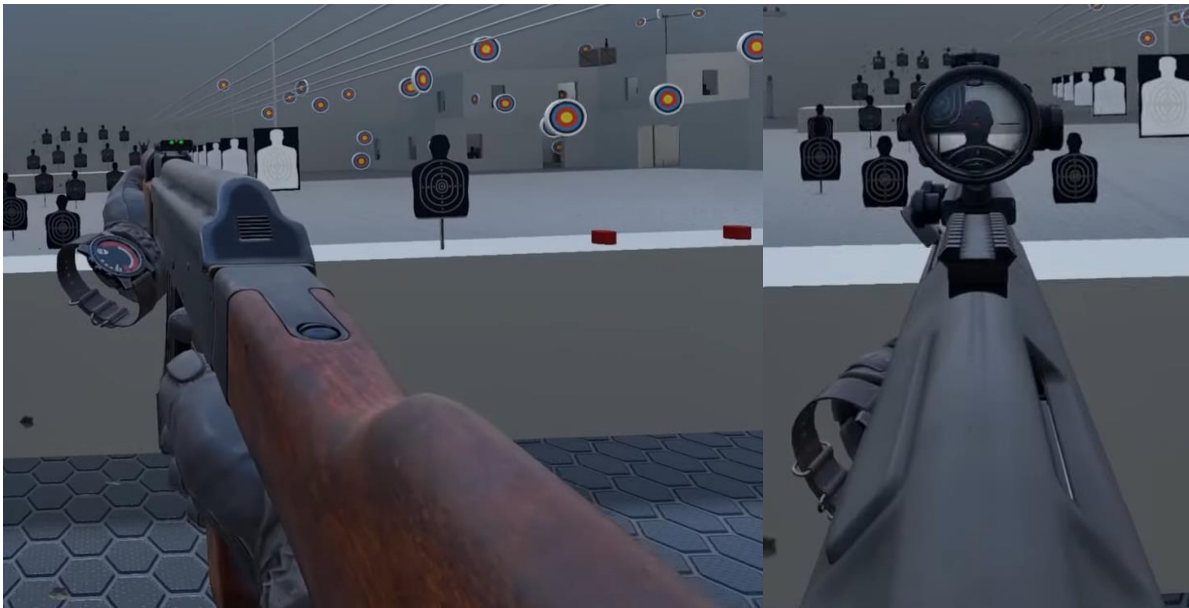


Figura 6.1.2.1. Comparació entre dues de les mires. Font: Vankrupt Games, 2017.

Selecció: En aquest joc no hi ha elements per indicar que un objecte és recol·lectable, però quan el jugador acosta la mà a algun objecte que es pot agafar, es mostra una representació espacial on el seu shader canvia lleugerament de color per indicar que si prem el gallet, agafarà aquell objecte.



Figura 6.1.2.1. Mostra de la selecció d'objectes. Font: Vankrupt Games, 2017.

6.1.2.2. Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades

Per analitzar aquest joc s'han vist una sèrie de vídeos de *YouTube* de *gameplay* amb i sense comentaris (jeditobiwan, 2020; jeditobiwan, 2023; Fast Win Walkthroughs, 2021; Ben Plays VR, 2019).

Vida: En aquest joc no hi ha una representació de la vida del personatge, però pels mini jocs en els quals el jugador pot rebre mal, es fa ús d'una meta percepció on les vores de la pantalla es tornen negres durant un moment.



Figura 6.1.2.2. Meta percepció al rebre mal. Font: Rust LTD, 2016.

Arma: En aquest joc no hi ha elements que proporcionin informació sobre les armes que porta el jugador equipades, l'únic element informatiu de les armes és un menú diegètic a través del qual es pot veure informació de totes les armes disponibles en el joc, per fer aparèixer les que es vulgui utilitzar en cada cas.



Figura 6.1.2.2. Menú diegètic amb informació de les armes. Font: Rust LTD, 2016.

Municció: En aquest joc les armes no tenen cap element per indicar la munició restant que els hi queda, per la qual cosa l'única forma de saber-ho és prement el gallet i veient que no hi ha feedback a l'acció realitzada. Per altra banda, la recàrrega de les armes és una acció que es du a terme de forma manual, però no té elements que indiquin on s'han de posar els cartutxos de munició ni les palanques que s'han d'estirar per cada arma.

Navegació: Com que el joc no té una història com a tal, sinó que és una galeria de tir amb diferents escenaris i mini jocs, no hi ha ni mapes ni elements que s'utilitzin per guiar al jugador en una direcció concreta.

Apuntat: La forma d'apuntar amb les armes d'aquest joc és totalment diegètica, utilitzant la geometria del propi model 3D de les armes, que poden comptar amb accessoris que ajudin a millorar la precisió dels tirs, mantenint la seva diegesi, un exemple d'accessori seria una mira amb lupa integrada.



Figura 6.1.2.2. Comparació entre dues formes d'apuntar. Font: Rust LTD, 2016.

Selecció: Per marcar els objectes recol·lectables es fa ús d'un element espacial que consisteix en un punt situat al centre de l'objecte, que serveix per indicar que el jugador l'agafarà si prem el gallet. En el cas dels objectes que estan a l'abast de la mà del jugador, el punt és de color blau, mentre que pels objectes que estan lluny es permet estirar-los cap al jugador mantenint premut el gallet durant aproximadament un segon, fins que el punt es posa taronja, indicant que ja es pot estirar.



Figura 6.1.2.2. Comparació entre els elements de selecció. Font: Rust LTD, 2016.

6.1.2.3. *Superhot VR*

Aquest joc s'analitza utilitzant unes ulleres *Oculus Rift S*. A *Steam* es descriu com un joc on el temps només avança si el jugador es mou, sent aquesta la seva principal mecànica.

Vida: No hi ha una representació de la salut del personatge, el jugador només té una vida i quan rep un impacte d'un enemic l'escena es reinicia i el joc comença des de l'últim punt de control.



Figura 6.1.2.3. Punt de vista del jugador just abans de morir i reiniciar el joc. Font: Superhot Team, 2017.

Arma: No hi ha cap indicador d'informació sobre l'arma que es fa servir en cada moment, la forma de diferenciar-les és en base al model 3D de cada arma.

Munió: Les armes no tenen cap indicador de munió, cada arma ve amb un cartutx equipat que quan s'acaba no es pot tornar a carregar, un indicador de què el cartutx de munió està buit consisteix en un so de pistola encallada.

Navegació: Degut a que el joc és estàtic i per tant el jugador no s'ha de moure per l'escenari, no hi ha cap mini mapa ni indicadors de navegació.

Apuntat: Les armes no compten amb cap element per ajudar al jugador a apuntar més enllà de la geometria de la pròpia arma.

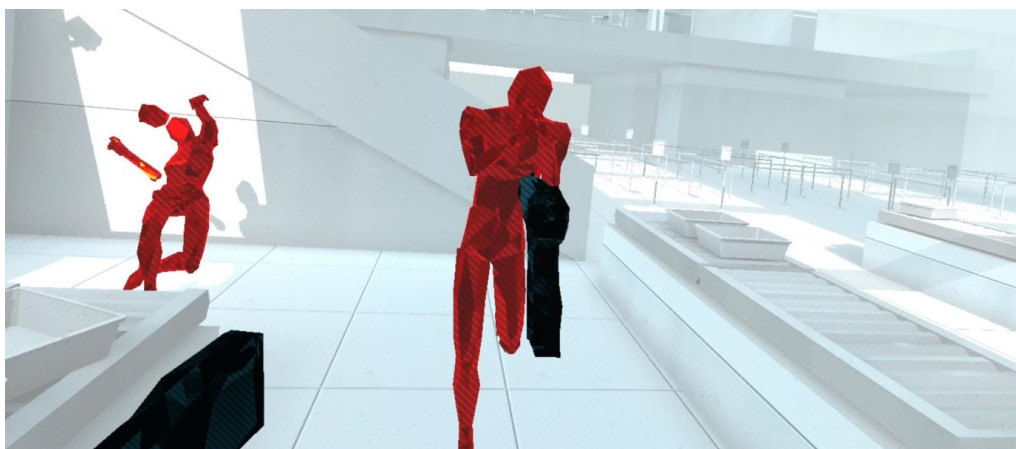


Figura 6.1.2.3. Mostra de l'apuntat amb la pistola. Font: Superhot Team, 2017.

Selecció: Per indicar l'objecte que el jugador està seleccionant en cada moment, s'utilitza una representació espacial on a l'objecte se li canvia el shader per tal de destacar-lo.



Figura 6.1.2.3. Representació de la selecció d'objectes. Font: Superhot Team, 2017.

6.1.2.4. Arizona Sunshine

Aquest joc s'analitza utilitzant un vídeo de *YouTube* de *gameplay* del joc sencer sense comentaris (99TH VR, 2023).

Vida: En aquest cas la representació de la vida del jugador es du a terme de forma diegètica, utilitzant un model 3D d'un rellotge amb un indicador numèric i una barra de vida circular, situat al canell de la mà esquerra de l'avatar.



Figura 6.1.2.4. Representació diegètica de la vida del jugador. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Com que en aquest joc no hi ha una regeneració de vida passiva, les cures es representen també de forma diegètica, utilitzant un model 3D d'una hamburguesa que el jugador ha d'agafar i fer el gest d'acostar-se a la boca, fent que el personatge faci una mossegada i se li recuperi X quantitat de vida. A cada hamburguesa se li pot fer un màxim de tres mossegades.

Pel que fa als atacs rebuts pels enemics, es fa ús d'una meta percepció fora de la ficció on les vores del camp de visió es tenyeixen de vermell, a part, apareixen dos elements corbats a la part inferior i dreta del camp de visió, però en aquest cas no s'utilitzen per donar informació extra sobre la direcció des de la qual es rep l'atac.



Figura 6.1.2.4. Meta percepció. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Arma: No hi ha cap element que doni informació sobre l'arma que està utilitzant el jugador en aquell moment, la diferència entre les armes es troba en el model 3D de cada una i en la forma de disparar un cop el jugador les prova.

Munició: Les armes no compten amb cap element que indiqui la quantitat de munició que els hi queda equipada, per la qual cosa la forma de saber-ho és prement el gallet i veient que no hi ha cap feedback a l'arma més enllà d'un so de casquet encallat.

La informació que si es proporciona al jugador està relacionada amb els tipus de munició que hi ha al joc i la quantitat de bales totals que li queden de cadascun, aquesta informació fa referència als cartutxos que el jugador pot carregar, no a les bales que li queden equipades a l'arma, i està situada a la cintura del jugador, com una barreja d'elements diegètics (els models 3D) i espacials (els números).



Figura 6.1.2.4. Representació de la informació sobre la munició restant. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Per recarregar les armes el jugador ha d'acostar l'arma al cinturó i aquesta es recarrega automàticament, sense requerir cap altra acció addicional.

Navegació: En aquest cas es troben dos tipus d'elements per guiar al jugador al llarg del joc. Per una banda, es troben els elements espacials que consisteixen en un cercle situat al lloc on es requereix l'atenció del jugador, acompanyat d'un text que descriu l'acció que s'espera del jugador.



Figura 6.1.2.4. Element espacial. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Durant el tutorial aquest element consisteix en un cercle blanc on s'instrueix al jugador de les accions bàsiques, però més endavant també es troben moments on aquest cercle s'utilitza de barra de procés quan el jugador ha de mirar un element durant X segons.



Figura 6.1.2.4. Element espacial. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Això dona peu al segon element que s'utilitza per guiar al jugador, que és el diàleg intern de l'avatar del jugador, que dona pistes del camí que s'ha de seguir al llarg del joc. Finalment, també es troben elements espacials que consisteixen en textos flotants que indiquen al jugador quan ha arribat a la destinació designada, a part dels propis diàlegs que té el personatge del protagonista, que ajuda a guiar les decisions del jugador.



Figura 6.1.2.4. Text espacial. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Apuntat: En aquest joc les armes no compten amb un punter làser per ajudar a apuntar als objectius, el que s'utilitza és el propi model de les armes, que tenen una mira integrada.



Figura 6.1.2.4. Mostra de la forma d'apuntar amb l'arma. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Tot i això, hi ha armes on la mira que tenen compta amb un punter amb forma de creu, fent que siguin més precises, com és el cas del franc tirador.



Figura 6.1.2.4. Arma amb mira. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

Selecció: Per marcar els elements recol·lectables es fa ús del mateix cercle blanc mencionat anteriorment. En aquest cas no hi ha cap canvi en la part visual de l'element que serveixi per indicar quin dels objectes s'està seleccionant, i per tant es recol·lecta un objecte o altre en funció de la seva proximitat amb la mà virtual del jugador. Aquests elements espacials també apareixen en objectes amb els que es pot interaccionar, com calaixos que poden contenir munició o portes.



Figura 6.1.2.4. Element selector. Font: Vertigo Games i Jaywalkers Interactive, 2016.

6.1.2.5. *The Walking Dead: Saints & Sinners*

Aquest joc s'analitza utilitzant un vídeo de *gameplay* sense comentaris (Vizm, 2021).

Vida: En aquest joc la vida es representa tant de forma diegètica com en forma de HUD simultàniament. La representació diegètica consisteix en un rellotge situat a la mà esquerra del personatge, que integra les barres d'estat de l'avatar.



Figura 6.1.2.5. Barra de vida diegètica. Font: Skydance Interactive, 2020.

Simultàniament, aquestes mateixes barres també es representen a la part inferior del camp de visió del personatge, sent un HUD ancorat a la càmera de les ulleres VR que es mostra durant gran part del *gameplay*.



Figura 6.1.2.5. HUD de vida i energia. Font: Skydance Interactive, 2020.

Quan el jugador entra en contacte amb un dels enemics, en lloc de baixar-li la vida directament, es produeix una sacsejada on el jugador té oportunitat de deslliurar-se

de les mans de l'enemic. Fent un gest d'estirar el braç en la vida real, per a això es mostra un element de HUD ancorat al camp de visió, que consisteix en un braç que indica el gest que ha de fer el jugador, seguit d'una fletxa que va tenyint-se de groc a mesura que el jugador realitza l'acció de moviment indicat.



Figura 6.1.2.5. HUD per lliurar-se de l'atac enemic. Font: Skydance Interactive, 2020.

Arma: L'element utilitzat en aquest joc per proporcionar informació sobre l'arma que s'utilitza és un menú espacial que es mostra sobre les armes i indica el nom de l'objecte, la seva durabilitat, munició, entre altres dades. Aquest menú es mostra quan el joc detecta que el jugador està mirant a l'objecte que porta a la mà.

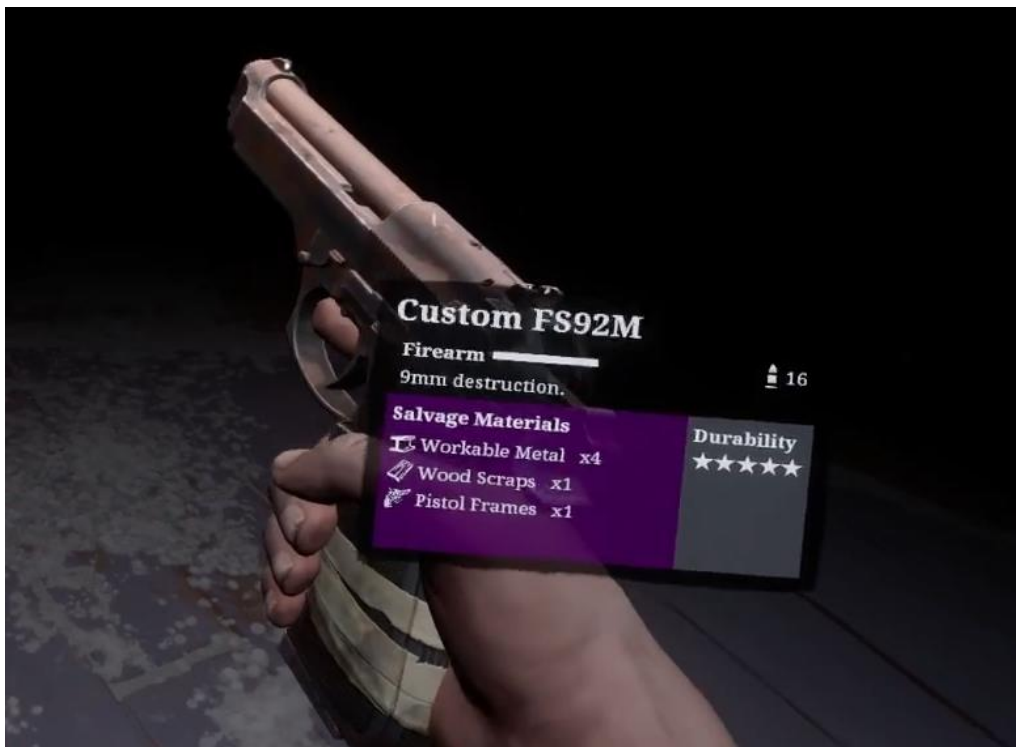


Figura 6.1.2.5. Informació espacial de l'arma. Font: Skydance Interactive, 2020.

Municció: En aquest joc la munició es representa de dues formes, una d'elles és a través de l'element espacial mencionat anteriorment, i l'altre és utilitzant un element espacial situat a la cintura del personatge, on es mostra un icona i el número de munició restant de l'arma que té equipada el jugador en aquell moment.



Figura 6.1.2.5. Informació de la munició restant. Font: Skydance Interactive, 2020.

Navegació: Els elements relacionats amb la navegació en aquest joc es mostren tant de forma diegètica com de forma espacial. Per una banda, el jugador disposa de múltiples mapes diegètics de la zona de joc amb indicadors dels escenaris on es juguen les diferents missions del joc, aquest mapa es troba tant a la base del jugador, en gran i ocupant bona part de la paret, com en versió petita en forma d'objecte que el jugador porta equipat i pot consultar en qualsevol moment.

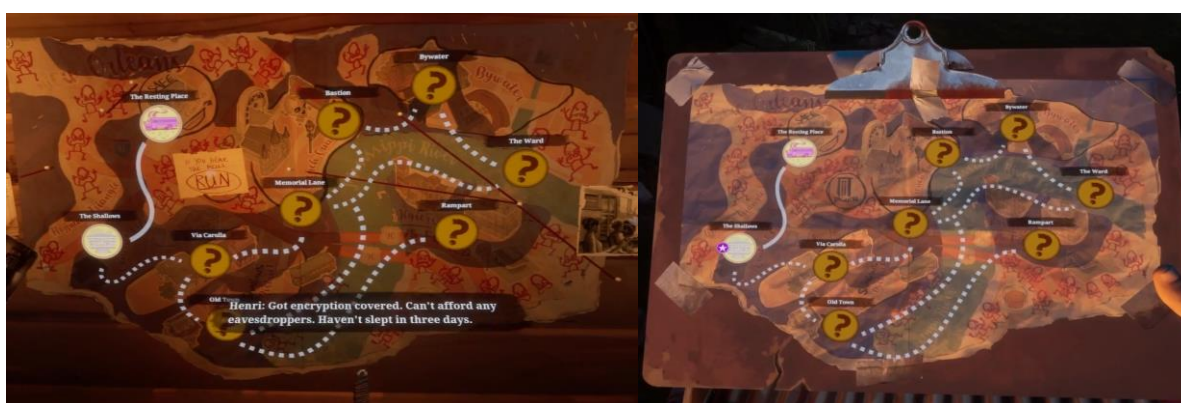


Figura 6.1.2.5. Mapa diegètic de la zona general. Font: Skydance Interactive, 2020.

A part, hi ha un altre mapa diegètic en una llibreta que porta el jugador amb informació sobre el joc, aquest mapa es situa en una de les pestanyes de la llibreta i mostra el mapa de la instància en la que es troba el jugador en aquell moment.

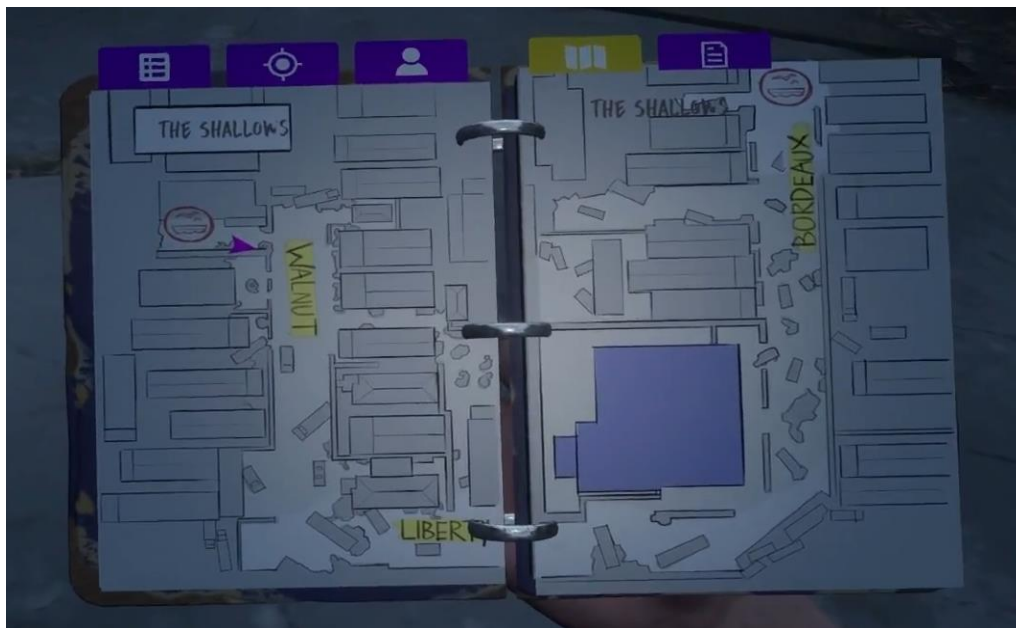


Figura 6.1.2.5. Mapa diegètic de la missió. Font: Skydance Interactive, 2020.

Finalment, hi ha un indicador espacial que s'utilitza en moments puntuals per assenyalar al jugador on ha d'anar, sobretot a l'inici del joc, que consisteix en un petit interrogant lila situat al lloc on s'espera que hi vagi el jugador.



Figura 6.1.2.5. Element espacial de navegació. Font: Skydance Interactive, 2020.

Apuntat: En aquest joc no s'utilitzen elements espacials que ajudin al jugador a apuntar als objectius amb millor precisió, pel que la forma d'apuntar amb les armes es a través del seu propi model 3D, que integra una mira a través de la qual els jugadors poden apuntar.



Figura 6.1.2.5. Forma d'apuntar. Font: Skydance Interactive, 2020.

Selecció: En aquest joc s'utilitzen diversos elements espacials per marcar la selecció dels objectes recol·lectables. Per una banda, es fa ús d'un punt situat al centre dels objectes recol·lectables que estan fora de l'abast del jugador, que un cop passen a estar dins del seu abast es canvien per cercles, aquests cercles es mostren sempre del mateix color, i en cas d'haver-hi més d'un objecte recol·lectable dins del rang del jugador no es diferencien entre ells, fent que el jugador no pugui saber quin dels objectes agafa en aquell moment.



Figura 6.1.2.5. Elements espacials de selecció. Font: Skydance Interactive, 2020.

Per altra banda es fa ús d'un altre element espacial que consisteix en un canvi de *shader* per destacar els objectes recol·lectables que estan relacionats amb la missió que està duent a terme el jugador, aquest *shader* es desactiva un cop el jugador agafa l'objecte en si.

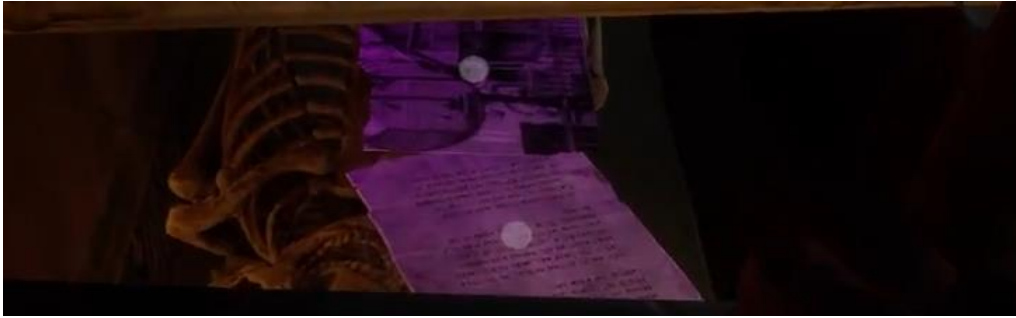


Figura 6.1.2.5. Objecte destacat amb un canvi de *shader*. Font: Skydance Interactive, 2020.

6.1.2.6. *Half-Life: Alyx*

Aquest joc s'analitza utilitzant un vídeo de *YouTube* de *gameplay* del joc sencer sense comentaris (Gamer Max Channel, 2021).

Vida: En aquest joc la representació de la vida del personatge es mostra de forma diegètica, integrada en el guant esquerre de l'avatar amb 3 cors vermells que van augmentant o reduint la seva mida individualment en funció de la vida que li quedi al jugador. Addicionalment, quan la vida del jugador comença a estar críticament baixa, les icones dels cors comencen a parpellejar i s'afegeix un so d'un batec de cor per remarcar la importància d'aquest estat.



Figura 6.1.2.6. Representació diegètica de la vida. Font: Valve, 2020.

Per als moments en els quals el jugador rep mal, es fa ús de partícules de sang junt amb una meta percepció, on la pantalla fa un parpelleig tenyint de vermell gairebé tota l'àrea de visió. Les vores de la visió tenyida ajuden a precisar la direcció des de la qual es rep l'atac, ja que la part del camp de visió que queda més nítid està enfocant en la direcció de l'enemic que ha realitzat l'atac.



Figura 6.1.2.6. Meta percepció al rebre mal. Font: Valve, 2020.

Arma: En aquest joc la informació respecte a les armes que porta equipades el jugador es mostren de forma espacial, en forma de petit menú 3D que apareix al davant del jugador, mostrant-li informació sobre les armes que té el personatge i la munició que té cada una, per tal d'escollir quina és la que es vol equipar. Aquest menú no està permanentment actiu, i només es mostra quan el jugador prem la tecla assignada a l'ús d'aquest menú.



Figura 6.1.2.6. Menú espacial amb informació de les armes. Font: Valve, 2020.

Municció: La representació de la munició de les armes en aquest joc es du a terme de forma diegètica i espacial, utilitzant diferents recursos. En el cas de les representacions diegètiques, hi ha dues formes que s'utilitzen simultàniament, una d'elles és la integració d'una barra lluminosa al lateral del mànec de les armes, quan la munició està plena, la llum d'aquesta barra és de color blanc, i a mesura que es van gastant bales va escurçant-se fins que quan s'acaba la munició la llum passa a ser de color vermell. L'altra representació diegètica de la munició de les armes és a través d'un indicador numèric que es troba al guant dret de l'avatar, junt amb l'indicador de vida. En el cas de les representacions espacials, la munició de les armes es mostra en el menú espacial mostrat anteriorment, on cada arma té un número indicant la quantitat de munició restant. Finalment, també s'utilitza un element espacial que representa el comandament del set VR que l'usuari està fent servir, aquest recurs s'utilitza quan l'arma es queda sense munició, per indicar quin botó s'ha de prémer per llençar el cartutx de munició buit i poder canviar-lo per un de ple.



Figura 6.1.2.6. Comparació de les representacions de la munició. Font: Valve, 2020.

Navegació: En aquest joc no hi ha mapes ni elements visuals que indiquin explícitament al jugador la direcció en la qual ha d'anar, pel que l'element principal a través del qual es guien les accions que ha de dur a terme el jugador és utilitzant àudio, representant una trucada entre el personatge i un NPC aliat que li indica el que

ha de fer a través de la conversa que tenen els dos personatges. A part d'això la navegació del jugador es du a terme a través del mateix disseny del nivell.

Apuntat: Per apuntar als objectius no s'utilitzen elements espacials que ajudin al jugador a apuntar amb millor precisió, sinó que s'utilitza la pròpia geometria de les armes, que incorporen una mira, per apuntar de forma diegètica.



Figura 6.1.2.6. Forma d'apuntar amb armes bàsiques. Font: Valve, 2020.

Tot i això més endavant en el joc també es compta amb elements diegètics addicionals, com visors que s'incorporen a les armes i ajuden a destacar els objectius als quals s'ha de disparar.



Figura 6.1.2.6. Mostra del visor diegètic. Font: Valve, 2020.

Selecció: La forma de seleccionar els objectes recol·lectables en aquest joc és completament diegètica, ja que si bé els objectes que són seleccionats pel jugador es destaquen amb una aura taronja, és un element que forma part de la ficció del joc, degut a que això és una cosa que no succeeix des de l'inici de la història, sinó un cop ja s'ha fet la introducció i se li ha proporcionat al jugador amb els guants que porta equipats, que li permeten marcar objectes a distància i fer-los volar cap a ell fent un moviment d'estirar la mà en la vida real. La forma de seleccionar i agafar els objectes amb aquests guants és una acció que s'ensenya durant el tutorial per part d'un NPC que acompanya al jugador al llarg de tot el joc, per la qual cosa dona a entendre que els elements que apareixen són deguts a la interacció amb els guants, i que, per tant, estan integrats en la ficció i els personatges també els veuen. En el cas dels objectes que s'agafen des de la distància, apareix un petit làser que va des de l'objecte en direcció a la mà del jugador, mentre que en el cas dels objectes que s'agafen a curta distància aquest element no apareix.



Figura 6.1.2.6. Representació diegètica de la selecció d'objectes. Font: Valve, 2020.

6.1.2.7. Boneworks

Per l'anàlisi d'aquest joc s'utilitzen unes ulleres *Oculus Rift S*, l'empresa que desenvolupa aquest projecte és la mateixa que *Bonelab*, joc que es comenta més endavant, per la qual cosa es poden veure algunes similituds en les dues UI.

Vida: Per representar els moments en els quals l'avatar rep mal, s'utilitza una meta percepció on les vores del camp de visió es van enfosquint, aquest efecte es va

intensificant a mesura que el jugador rep més mal fins que al morir la visió es fon en negre i es reinicia des de l'últim punt de control. Per reforçar l'efecte del mal rebut, el personatge fa un grunyit per cada impacte fins que al morir s'utilitza un so diferent per indicar que el personatge ha mort. Quan el personatge porta una estona sense rebre mal des de l'últim impacte rebut, se li regenera gradualment la vida i les vores fosques van desapareixent.



Figura 6.1.2.7. Meta percepció al tenir baixa vida. Font: Stress Level Zero, 2019.

Arma: L'únic indicador que mostra informació sobre les armes consisteix en un element espacial situat a la cintura de l'avatar del jugador, aquest element mostra l'icona de les dues armes que el personatge porta equipades junt amb un número referent a la munició restant de cada arma, aquest element està sempre visible i només es pot consultar baixant la mirada.



Figura 6.1.2.7. Informació espacial de la munició. Font: Stress Level Zero, 2019.

Munició: En aquest joc les armes no compten amb un indicador per informar de les bales restants, l'única manera de saber-ho és prement el gallet i veure com l'arma no respon a la interacció del jugador. Per recarregar les armes, s'ha d'acostar manualment el cartutx de munició a la zona de l'arma que es ressalta amb un element espacial en 3D de color groc.



Figura 6.1.2.7. Element espacial per carregar l'arma. Font: Stress Level Zero, 2019.

Navegació: El joc no compta amb un mini mapa que doni informació sobre l'entorn al jugador, els únics elements que s'utilitzen per guiar al jugador són pintades diegètiques a terra o les parets que indiquen al jugador per on ha d'anar.



Figura 6.1.2.7. Pintada diegetica per indicar el camí. Font: Stress Level Zero, 2019.

Apuntat: En aquest joc hi ha dues formes de representar les mires, per una banda, totes les armes compten amb una mira integrada en el model 3D a través de la qual es pot apuntar, però n'hi ha algunes que a part inclouen un punter làser com a element diegètic.



Figura 6.1.2.7. Representació de les mires de l'arma. Font: Stress Level Zero, 2019.

Selecció: Per indicar quin objecte és seleccionat, s'utilitza un element espacial que consisteix en un petit cercle que es situa a sobre de l'objecte en qüestió, amb això s'indica que quan el jugador premi el gallet del comandament l'objecte estarà prou a prop per agafar-lo. Tot i això, hi ha elements com alguns cartutxos de munició en els que aquest punter no es veu, i directament es recull l'objecte quan el jugador prem el gallet.



Figura 6.1.2.7. Element espacial per marcar objectes. Font: Stress Level Zero, 2019.

6.1.2.8. Into the Radius VR

Per l'anàlisi d'aquest joc s'utilitza un vídeo de *YouTube* de *gameplay* sense comentaris (Wolfys Gameplay, 2023).

Vida: La representació de la vida en aquest joc es du a terme de forma diegètica, utilitzant un rellotge integrat en el guant esquerre del jugador que mostra informació relacionada amb diferents estats del jugador, entre ells una barra de vida representada a la part inferior del rellotge.



Figura 6.1.2.8. Representació diegètica de la vida. Font: CM Games, 2020.

Per representar els moments en els quals el jugador rep mal, s'utilitza una meta percepció on gairebé tot el camp de visió es tenyeix de vermell durant un moment, i quan l'estat de salut arriba a un estat crític s'afegeix un so de tos.

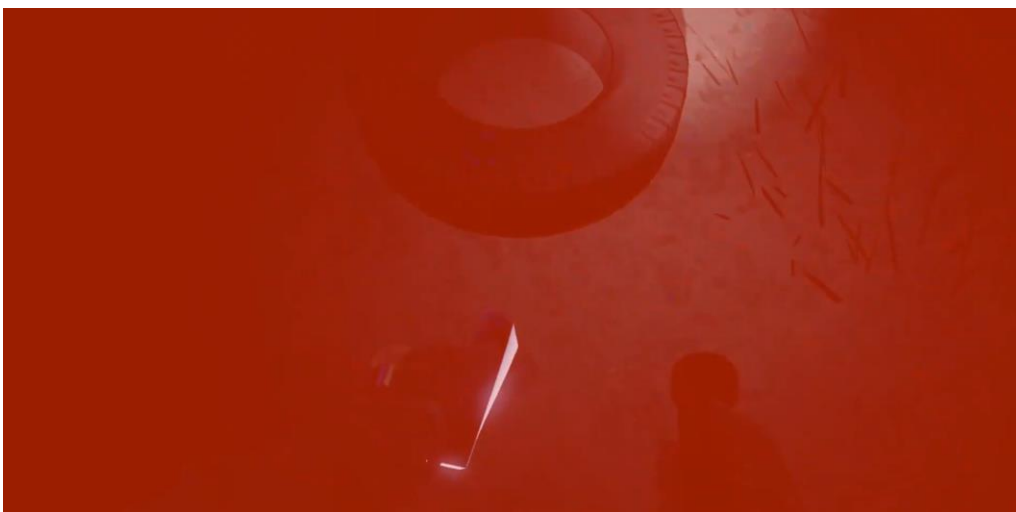


Figura 6.1.2.8. Meta percepció al rebre mal. Font: CM Games, 2020.

Arma: En aquest joc no hi ha cap element que doni informació sobre l'arma que està utilitzant el jugador en aquell moment, les armes es diferencien a partir del model 3D de cada una i el tipus de tret que tenen al provar-les.

Munició: En aquest joc no hi ha un indicador numèric de les bales que els hi queden als cartutxos de les armes, per la qual cosa l'única manera de saber quan una arma es queda sense munició és prement el gallet i veure com l'arma no respon a la interacció del jugador. Un cop s'acaba la munició, no es mostra cap element que indiqui com s'ha de carregar l'arma ni on s'han de col·locar els nous cartutxos, assumint que és una cosa que el jugador ja sap fer de per si.

Navegació: Durant el *gameplay* no es mostren indicadors com fletxes que indiquin on ha d'anar el jugador ni quina direcció ha de seguir, però el que sí que es veu implementat és un mapa diegètic de la zona de joc en un model 3D que el personatge porta equipat i pot consultar en qualsevol moment.



Figura 6.1.2.8. Representació diegètica del mapa. Font: CM Games, 2020.

Apuntat: En aquest joc la forma d'apuntar amb les armes és a través del seu propi model 3D, que integra una mira a través de la qual els jugadors poden apuntar, a part d'això no hi ha altres elements que ajudin a millorar la precisió dels trets.



Figura 6.1.2.8. Representació de la mira de l'arma. Font: CM Games, 2020.

Selecció: En aquest joc els elements que s'utilitzen per indicar la selecció d'un objecte canvien en funció de la situació, però tot i això en tots els casos es tracta d'elements espacials. En el cas de la selecció d'elements que el personatge ja té equipats, com per exemple al treure un cartutx de munició de dins de l'arma o agafar un objecte de la motxilla, es mostra un petit cercle blanc.



Figura 6.1.2.8. Element espacial per seleccionar objectes equipats. Font: CM Games, 2020.

En canvi, en el cas de la selecció d'objectes recol·lectables que es troben a l'entorn, s'utilitzen unes altres icones, que inicialment consisteixen en un cercle que serveix

d'indicador per marcar un objecte recol·lectable, que posteriorment es canvia per un quadrat, utilitzat per indicar que l'objecte amb el qual el jugador interaccionarà quan faci l'acció de recol·lecció serà aquell objecte en concret.



Figura 6.1.2.8. Element espacial per seleccionar objectes recol·lectables. Font: CM Games, 2020.

6.1.2.9. *Bonelab*

Aquest joc s'analitza utilitzant un vídeo de *YouTube* de *gameplay* sense comentaris. En el vídeo no s'especifica quin dispositiu s'utilitza per a la realització del *gameplay*, però es pot interpretar que utilitza unes ulleres de la marca *Oculus* per la representació que es fa dels comandaments al llarg del *gameplay* (99TH VR, 2022).

Vida: Per representar que l'avatar del jugador té poca vida, es fa servir una meta percepció on les vores del camp de visió es tornen més fosques, aquestes vores desapareixen al cap d'una estona en la qual el jugador no hagi rebut més mal, donant a entendre que compta amb una regeneració de vida passiva.



Figura 6.1.2.9. Meta percepció quan es rep mal. Font: Stress Level Zero, 2022.

Arma: No hi ha cap element per indicar quina és l'arma que està utilitzant el jugador en aquell moment, per diferenciar les armes s'ha de veure el model 3D de cada una i provar-les per veure la funcionalitat que tenen.

Munició: No hi ha cap indicador per a quan les armes es queden sense munició, l'única forma de saber-ho és prement el gallet i veure que l'arma no reacciona a les interaccions del jugador.

La recàrrega de l'arma és una acció es du a terme de forma manual, utilitzant el moviment de les mans per acostar el cartutx de bales a la pistola, és per això que en algunes armes es mostra un indicador espacial en 3D per ensenyar al jugador on ha de posar el cartutx de munició.



Figura 6.1.2.9. Element espacial per recarregar l'arma. Font: Stress Level Zero, 2022.

Navegació: El joc no compta amb un mini mapa com a tal, i quan es mostra un mapa de la zona de joc es mostra de forma diegètica, en forma de model 3D. A part d'això, no hi ha més elements de navegació explícits com fletxes que indiquin el camí, i es dona llibertat al jugador per explorar i ser guiat pel propi disseny del nivell.



Figura 6.1.2.9. Mapa diegètic de la zona de joc. Font: Stress Level Zero, 2022.

En general, la majoria del *gameplay* transcorre de manera diegètica, sense elements de GUI visibles excepte pels moments puntuals en els quals es requereix transmetre alguna informació al jugador.

Apuntat: En aquest joc es poden veure diversos tipus de mires, generalment el propi model de les armes compta amb una mira integrada a través de la qual es pot apuntar, però hi ha altres que a part inclouen un punter làser com a element diegètic.



Figura 6.1.2.9. Arma amb làser. Font: Stress Level Zero, 2022.

Selecció: Per destacar l'objecte recol·lectable que s'està seleccionant s'utilitza un element espacial que consisteix en un punter petit al centre de l'objecte, per indicar que l'element és seleccionat pel jugador i poder-lo agafar.



Figura 6.1.2.9. Element espacial per seleccionar objectes. Font: Stress Level Zero, 2022.

6.1.2.10. *After the Fall*

Aquest joc s'analitza utilitzant un vídeo de *gameplay* sense comentaris. Com que aquest joc pot ser tant d'un jugador com multijugador, l'anàlisi es fa a partir del vídeo on el jugador fa les partides en mode multijugador. (Gamer Max Channel, 2022)

En el vídeo no s'especifica quin dispositiu s'utilitza per a la realització del *gameplay*, però s'interpreta que s'utilitzen unes ulleres de la marca *Oculus*, gràcies a la representació que es mostra dels comandaments en alguns moments del vídeo.

Vida: La representació de la vida es fa de forma diegètica, integrat en el guant de la mà dreta del personatge, aquest element rodeja el canell del personatge i té una barra de vida amb seccions que van baixant acord a la vida actual del personatge, inicialment aquesta barra de vida és verda, i va canviant de color a mesura que li baixa la vida al jugador.



Figura 6.1.2.10. Representació diegètica de la vida. Font: Vertigo Games, 2021.

Pel que fa al mal causat pels enemics, es mostra una meta percepció on es veu com una part de la pantalla es tenyeix de vermell, el costat de la pantalla indica la direcció des de la qual el jugador rep el mal. La intensitat del color serveix per indicar la

importància del cop rebut, ja que els atacs dels enemics més fluixos es representen amb un vermell menys intens que els cops fets per enemics més forts.



Figura 6.1.2.10. Meta percepció quan el jugador rep mal. Font: Vertigo Games, 2021.

També es mostra un element de HUD que consisteix en un indicador en forma de barra que reforça la informació proporcionada i ajuda a concretar la direcció des de la qual el jugador ha rebut l'atac.



Figura 6.1.2.10. Barra de HUD per indicar la direcció de l'atac enemic. Font: Vertigo Games, 2021.

Pels moments en els quals l'estat de salut de l'avatar és crític, aquesta meta percepció s'intensifica i tenyeix la major part de la visió de vermell, junt amb una distorsió de l'àudio que reforça la sensació d'aquest estat crític.



Figura 6.1.2.10. Vista del usuari quan li queda poca vida. Font: Vertigo Games, 2021.

Per avisar al jugador d'un atac imminent per part d'un enemic, s'utilitza un element de HUD que consisteix en una fletxa que es situa en el costat del qual vindrà l'atac.



Figura 6.1.2.10. Element espacial per indicar la direcció de l'enemic proper. Font: Vertigo Games, 2021.

Com que en aquest joc no hi ha regeneració de vida passiva, les cures es representen amb un model 3D d'una xeringa, amb el que el jugador ha de fer el moviment d'injectar-se-la per poder recuperar la vida.



Figura 6.1.2.10. Objecte de curació. Font: Vertigo Games, 2021.

Finalment, per representar la vida dels companys de joc, s'utilitzen elements espacials amb les barres de vida de cada jugador situades a sobre de cada avatar.



Figura 6.1.2.10. Elements espacials amb noms i barres de vida dels aliats. Font: Vertigo Games, 2021.

Arma: No hi ha cap element per indicar quina és l'arma que esta utilitzant el jugador en aquell moment, per diferenciar les armes s'ha de veure el model 3D de cada una i provar-les per veure la funcionalitat que tenen.

Munició: Totes les armes mostren la seva munició de forma diegètica, integrant una petita pantalla al lateral de l'arma amb dos números, un més gran que indica la munició restant en el cartutx equipat, i un altre més petit que indica el total de la munició restant.



Figura 6.1.2.10. Indicador diegètic de la munició. Font: Vertigo Games, 2021.

Pel que fa a la munició, hi ha alguns cartutxos que s'obtenen automàticament de cofres que es troben al llarg del recorregut de la partida i als que s'ha de disparar per obrir-los, però també hi ha altres que es poden recollir pel mapa.

Per recarregar l'arma, es fa ús d'elements espacials en 3D de color vermell que ressalten les parts de les armes amb les quals s'ha d'interaccionar, en algunes armes més senzilles només s'ha d'apropar un cartutx de munició a la zona corresponent per recarregar-la, i en altres més complexes s'han de fer altres accions posteriors, com accionar palanques, per acabar de carregar-les.



Figura 6.1.2.10. Element espacial per ajudar a recarregar l'arma. Font: Vertigo Games, 2021.

Navegació: Pel que fa a la navegació del joc, no es disposa de mapa ni mini mapa en cap moment del joc, però sí que hi ha elements per cridar l'atenció del jugador i guiarlo a través del mapa.

Pel que fa als NPC, s'utilitza un element espacial on a part d'indicar el nom i la ubicació del personatge, s'utilitzen icones d'exclamació o interrogant, en funció de si el personatge li vol donar una missió al jugador, o sí el jugador la està finalitzant.



Figura 6.1.2.10. Element espacial per indicar les interaccions amb els NPC. Font: Vertigo Games, 2021.

Un cop dins de la partida, hi ha moments en els quals s'utilitzen elements espacials que indiquen la direcció general on ha d'anar el jugador per avançar en la missió.



Figura 6.1.2.10. Element espacial per indicar la direcció en la que ha d'anar el jugador. Font: Vertigo Games, 2021.

En els punts previs a una lluita amb un *boss* o una onada d'enemics, es mostra un altre element espacial que consisteix en una àrea quadrada de color taronja, aquesta àrea es va omplint de color verd a mesura que hi entrin els avatars dels jugadors per iniciar l'esdeveniment corresponent del joc un cop tots els personatges siguin dins.



Figura 6.1.2.10. Element espacial de la zona on han d'arribar els jugadors. Font: Vertigo Games, 2021.

Apuntat: En aquest joc les armes no compten amb un punter làser per apuntar als objectius, el que s'utilitza és el model de l'arma, que té una mira integrada. L'únic element que utilitza un punter làser és una pistola que s'utilitza per interaccionar amb els menús diegètics que s'utilitzen per comprar armes o millores dins de la partida.



Figura 6.1.2.10. Mira diegètica de l'arma i làser per interaccionar amb menús . Font: Vertigo Games, 2021.

Selecció: La informació dels objectes recol·lectables es representa amb un element espacial que consisteix en un indicador que es situa a sobre de cada objecte, els indicadors canvien de color en funció de si l'objecte és seleccionat per la mà virtual del jugador, indicant que si l'usuari prem el gallet del comandament, agafarà aquell objecte en concret.



Figura 6.1.2.10. Elements espacials per seleccionar objectes recol·lectables. Font: Vertigo Games, 2021.

6.1.2.11. Resum

En aquest apartat es resumeixen els anàlisis fets anteriorment en una taula que mostra quina representació utilitza cada joc per les categories mencionades a l'inici de la secció. En gris es marquen els casos on no es mostra o no s'aplica cap representació visual, sense tenir en compte el *feedback* auditiu.

Nom	Vida	Arma	Munició	Navegació	Apuntat	Selecció
Pavlov VR	- Barra de vida diegètica	- No es mostra	- No es mostra	- No aplicable	- Model 3D	- Canvi de <i>shader</i>
Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades	- Meta	- No es mostra	- No es mostra	- No aplicable	- Model 3D	- Elements espacials
Superhot VR	- No aplicable	- No es mostra	- No es mostra	- No aplicable	- Model 3D	- Canvi de <i>shader</i>
Arizona Sunshine	- Barra de vida diegètica - Meta	- No es mostra	- Elements espacials	- Elements espacials	- Model 3D	- Elements espacials

The Walking Dead: Saints & Sinners	- Barra de vida diegètica - HUD	- Menú espacial	- Menú espacial	- Mapa diegètic - Elements espacials	- Model 3D	- Elements espacials
Half-Life: Alyx	- Barra de vida diegètica - Meta	- Menú espacial	- Barra diegètica - Menú numèric diegètic - Menú espacial	- No es mostra (Diàleg)	- Model 3D	- Diegètica
Boneworks	- Meta	- Element espacial	- Element espacial	- Pintades diegètiques	- Model 3D - Làser	- Elements espacials
Into the Radius VR	- Barra de vida diegètica - Meta	- No es mostra	- No es mostra	- Mapa diegètic	- Model 3D	- Elements espacials
Bonelab	- Meta	- No es mostra	- No es mostra	- Mapa diegètic	- Model 3D - Làser	- Elements espacials
After the Fall	- Barra de vida diegètica - Meta	- No es mostra	- Numèrica diegètica	- Elements espacials	- Model 3D	- Elements espacials

Taula 6.1.2.11. Forma de representació de cada joc. Font: Elaboració pròpia.

6.2. Fase 2: Prototip

En aquesta secció es descriu tot el procés de desenvolupament del prototip que s'utilitza per fer la recerca d'aquest treball, començant pel joc base del qual es parteix, seguint pel procés de disseny del *gameplay* i les propostes de HUDs i finalitzant pel desenvolupament del prototip on s'implementen totes les opcions dels HUDs.

6.2.1. Joc base

Per la creació del prototip s'utilitza el motor de jocs *Unity*. Utilitzant un *asset* (Abigfluffyak, 2022), es crea un projecte que consisteix en una plataforma amb una taula al centre, un franc tirador i cinc cartutxos de munició, aquest *asset* també compta amb un generador d'enemics configurat perquè pugui haver-hi un màxim de 8 personatges en escena a la vegada, aquests enemics apareixen al final de la plataforma i quan s'inicien comencen a córrer cap al jugador utilitzant el component *NavMesh* (Unity) fins arribar davant de la taula on esta el jugador, quedant-se quiets fins que són destruïts per un tret. Amb aquesta base funcionant, es fan els canvis necessaris per ajustar el *gameplay* del joc a les necessitats de disseny del prototip i s'afegeixen les funcionalitats que no formen part del *asset* original, s'implementen les diferents propostes de HUDs, i es configuren les dades que s'extreuen de cada *playtest* per guardar-les en un document al final de cada sessió de test.

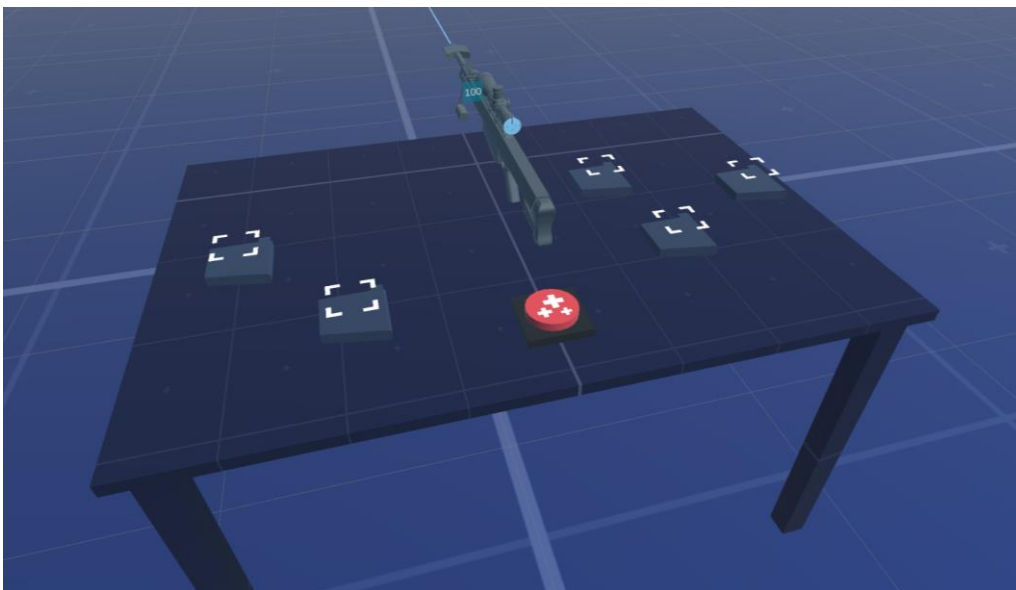


Figura 6.2.1. Taula amb els elements de joc. Font: Elaboració pròpia.

Per desenvolupar el prototip d'aquest projecte s'utilitzen unes ulleres Oculus Rift S (Meta, 2024), fabricades per Lenovo i llançades al mercat l'any 2019, que entre les seves característiques compta amb una pantalla LCD de 2560 x 1440 píxels (1280x1440 per cada ull) i una freqüència de refresc de 80Hz (Pérez, 2019).



Figura 6.2.1. Oculus Rift S. Font: Oculus, 2019.

6.2.2. Disseny

En aquest apartat es descriu tot el procés de disseny i implementació del prototip, començant pel disseny del *gameplay*, seguit del disseny de les diferents propostes pels HUDs i la forma en què s'organitzen i finalment explicant el procés de desenvolupament del projecte amb les modificacions que es fan respecte a l'asset original.

6.2.2.1. Disseny del joc

Per mantenir una simplicitat en el *gameplay* que permeti analitzar millor els aspectes concrets que es mencionen més endavant i al tractar-se d'un joc *singleplayer*, l'estil de joc és el d'una galeria de tir, on els jugadors tenen l'objectiu de matar els enemics que els hi apareixen davant abans que aquests els ataquin, mentre es troben en un punt fix del mapa.

El joc consisteix en partides de dos minuts on els jugadors han d'eliminar el major nombre d'enemics possible abans que acabi el temps. El jugador es troba davant d'una taula on hi ha una arma i cinc cartutxos de munició, i davant seu van apareixent

enemics de diferents punts de la zona de joc que corren en la seva direcció, quan aquests enemics arriben al davant de la taula on es troba el jugador, li desapareixen projectils que li van baixant la vida. En cas que el jugador mori, la partida es reinicia sense aturar el comptador de temps del *playtest*.

Per tal d'incentivar als jugadors a tenir en compte la seva vida, s'implementa un botó al centre de la taula que al pulsar-lo curen una petita quantitat de vida al jugador, aquest botó es pot prémer una vegada cada deu segons.

6.2.2.2. Disseny dels Heads-Up-Display

Pel disseny dels elements del HUD, s'utilitzen els resultats dels anàlisis anteriors per definir les diferents representacions de cada categoria de HUDs del projecte.

- **Vida:** Seguint els anàlisis dels jocs anteriors, s'utilitzen representacions diegètiques i meta percepcions per indicar els estats de vida del jugador. En el cas de la representació diegètica s'utilitza un rellotge que incorpora una barra de vida, i en el cas de la meta percepció es mostra una vinyeta quan el jugador té poca vida, fent que se li tenyeixin les vores del camp de visió. A causa d'això, s'utilitzen tres formes de representar la vida:
 1. Meta percepció.
 2. Barra de vida diegètica.
 3. Barra de vida diegètica + Meta percepció.
- **Arma:** Com que en la majoria dels jocs analitzats no es mostra informació relacionada amb l'arma que s'està utilitzant, no s'aplica cap element relacionat amb això.
- **Municció:** Seguint els resultats dels anàlisis, les dues formes amb les quals el jugador pot obtenir informació sobre la municció és o amb una pantalla integrada en el model 3D de l'arma on es mostri el número de bales restants, o sense proporcionar cap element informatiu de manera que quan l'arma es quedi sense bales deixi de respondre a l'acció dels trets i faci un so de pistola encallada. Per tant, hi ha dues formes de representar la municció:
 1. Sense representació visual.
 2. Menú numèric diegètic.

- **Navegació:** Com que en aquest prototip el jugador no es pot moure per l'escenari, no s'aplica cap element relacionat amb la navegació.
- **Apuntat:** Pel que fa a la forma d'apuntar les armes en l'entorn VR, s'utilitzen dues opcions, en una s'utilitza només la geometria de l'arma, fent que l'usuari hagi d'apuntar a través de la mira integrada en l'arma, l'altra opció és la d'implementar un punter làser que surt de l'arma.
 1. Model 3D.
 2. Làser.
- **Selecció:** En base als resultats dels anàlisis realitzats, per la selecció dels objectes es fa ús de dues formes diferents, la primera consisteix en elements espacials situats al centre de l'objecte a seleccionar, que apareixen quan la mà del jugador es troba a prop dels objectes, per indicar que es poden agafar, mentre que l'altra opció consisteix en un canvi de color per representar la selecció d'objectes.
 1. Element espacial.
 2. Canvi de color.

Amb aquestes categories ja definides, es fan varis *wireframes* utilitzant l'aplicació *Figma*, on es mostren les diferents representacions dels elements de cada categoria de HUD, i finalment es fan una sèrie de taules on es combinen aquestes representacions i es divideixen en quatre grups, un per cada categoria de HUD, resultant en un total de 15 *playtest* amb una duració de 2 minuts de joc cada un, fent que en cada *playtest* es testegi l'experiència d'usuari d'un element concret.

Versió HUD	Vida	Munició	Apuntat	Selecció
1.1	Meta	Sense representació	Model 3D	Element espacial
1.2	Barra diegètica	Sense representació	Model 3D	Element espacial
1.3	Barra diegètica + Meta	Sense representació	Model 3D	Element espacial

Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de la vida. Font:

Elaboració pròpia.

Versió HUD	Vida	Munició	Apuntat	Selecció
2.1	Meta	Sense representació	Model 3D	Element espacial
2.2	Meta	Numèric diegètic	Model 3D	Element espacial
2.3	Barra diegètica	Sense representació	Model 3D	Element espacial
2.4	Barra diegètica	Numèric diegètic	Model 3D	Element espacial

Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de la munició. Font: Elaboració pròpia.

Versió HUD	Vida	Munició	Apuntat	Selecció
3.1	Meta	Sense representació	Model 3D	Element espacial
3.2	Meta	Sense representació	Làser	Element espacial
3.3	Barra diegètica	Sense representació	Model 3D	Element espacial
3.4	Barra diegètica	Sense representació	Làser	Element espacial

Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de l'apuntat. Font: Elaboració pròpia.

Versió HUD	Vida	Munició	Apuntat	Selecció
4.1	Meta	Sense representació	Model 3D	Element espacial
4.2	Meta	Sense representació	Model 3D	Canvi de color
4.3	Barra diegètica	Sense representació	Model 3D	Element espacial
4.4	Barra diegètica	Sense representació	Model 3D	Canvi de color

Taula 6.2.2.2. Taula dels HUDs per testejar la UX de la representació de la selecció. Font: Elaboració pròpia.

Per tal de validar el *feedback* proporcionat pels usuaris a cada *playtest*, es treuen una sèrie de dades relacionades amb les seves accions realitzades al llarg de cada sessió.

Les dades que es tindran en compte per cada un dels HUDs és la següent:

- HUD Vida
 - Vegades que el jugador ha rebut mal.
- HUD Munició
 - Vegades que el jugador ha canviat el cartutx.
- HUD Apuntat
 - Vegades que el jugador ha disparat.
 - Enemics que el jugador ha matat.
- HUD Selecció
 - Vegades que el jugador agafa objectes.



Figura 6.2.2.2. Mostra de *gameplay* del prototip. Font: Elaboració pròpia.



Figura 6.2.2.2. Wireframes de les diferents representacions de la vida. Font: Elaboració pròpia.

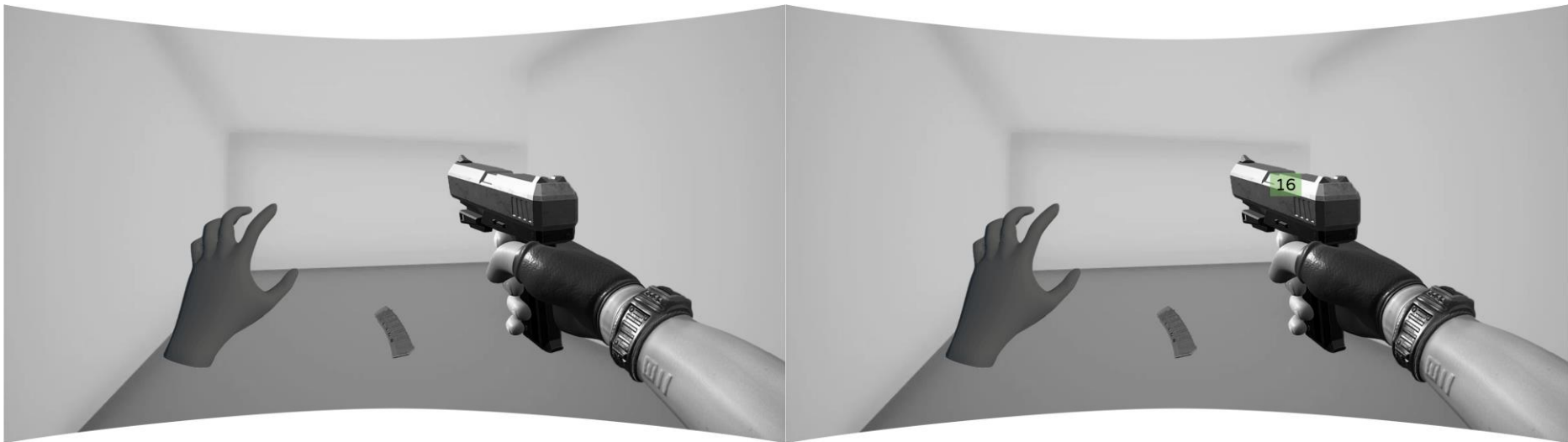


Figura 6.2.2.2. Wireframes de les diferents representacions per la munició. Font: Elaboració pròpia.

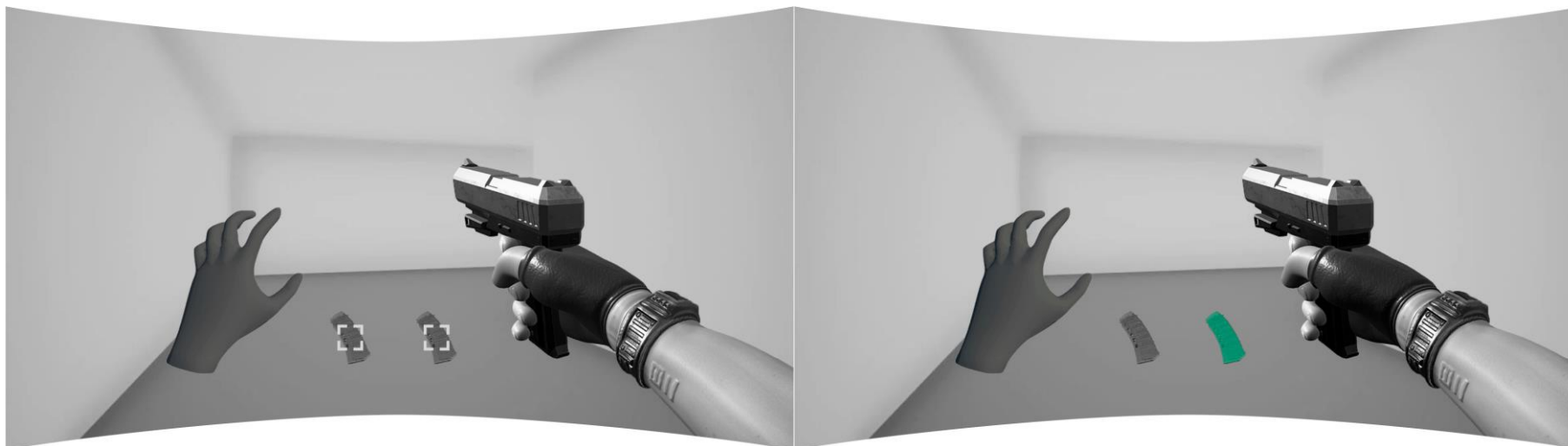


Figura 6.2.2.2. Wireframes de les diferents representacions de la selecció d'objectes. Font: Elaboració pròpia.

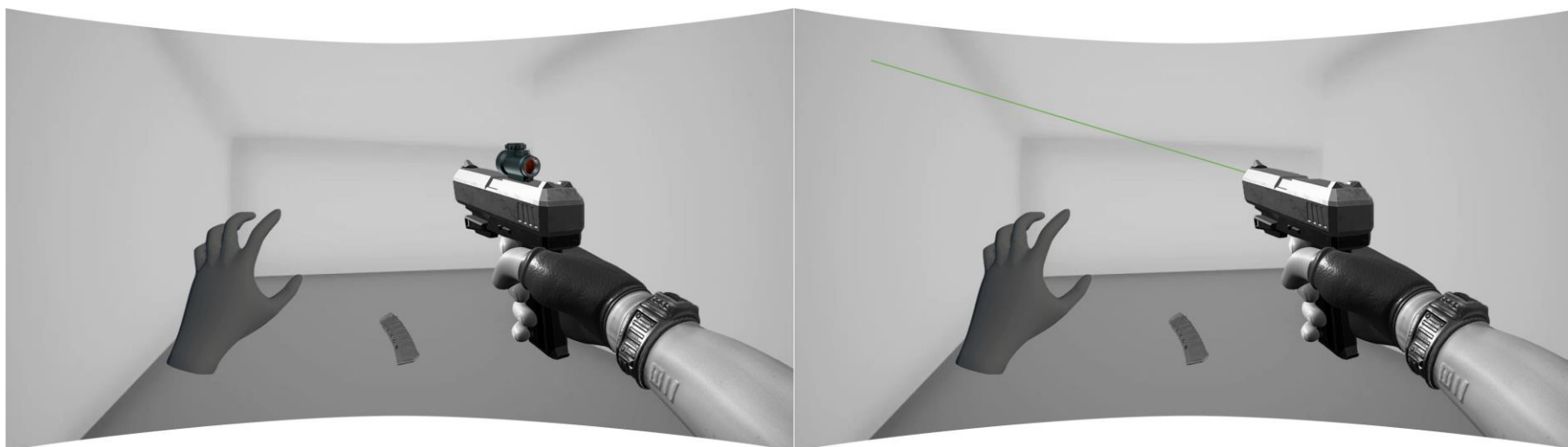


Figura 6.2.2.2. Wireframes de les diferents representacions per l'apuntat. Font: Elaboració pròpia.

6.2.3. Implementació

Per gestionar els *playtest* del prototip es crea un controlador que a l'iniciar el projecte mostra un menú a través del qual es poden escollir les representacions que es volen mostrar per cada grup de HUD. En aquest menú també s'hi troba un quadre de text per indicar el nom de cada *playtester* i unes caselles de selecció gràcies a les quals el programa pot detectar quina és la versió de HUD que s'està testejant en cada moment, en funció de la casella seleccionada i el valor del desplegable a sota. Aquest mètode permet configurar totes les opcions de HUDs mencionades al disseny de la UI, però també permet poder fer altres combinacions d'aquests elements per futurs estudis.

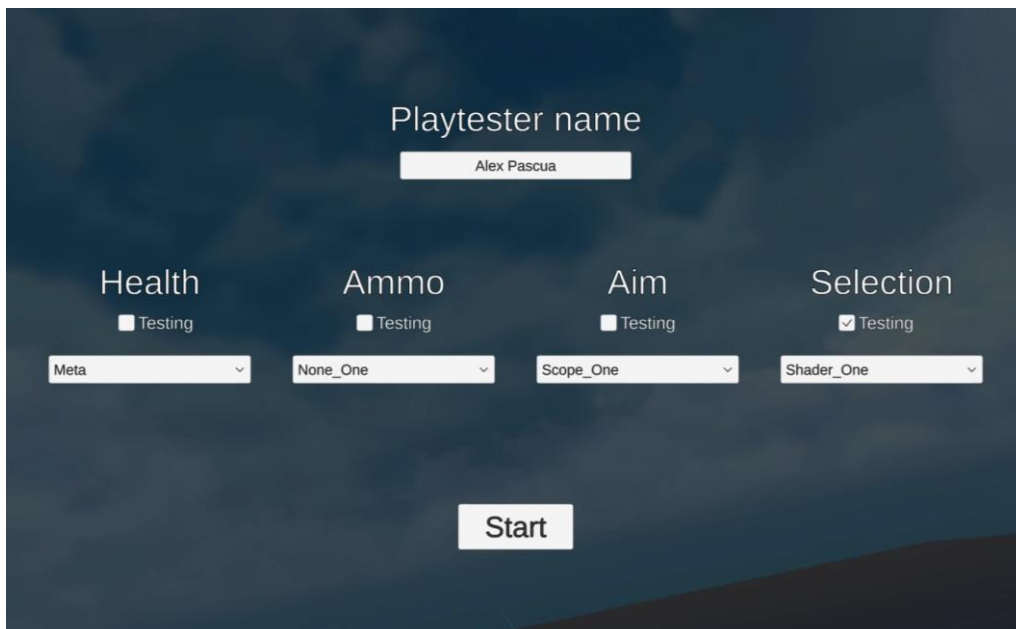


Figura 6.2.3. Menú d'inici del prototip. Font: Elaboració pròpia.

Per implementar les representacions dels elements de la vida, es crea un sistema de salut per gestionar la representació diegètica que es mostra en forma de rellotge al canell esquerre del jugador, aquest sistema també s'encarrega de mostrar la meta percepció que apareix al voltant del camp de visió del jugador en forma de vinyeta, utilitzant el component *Tunneling Vignette Controller* (Unity) que forma part del *XR Interaction Toolkit, package* (Unity) utilitzat per fer projectes en VR. El controlador dels enemics també es modifica per tal d'afegir un comportament perquè disparin al jugador repetidament un cop hagin arribat al seu destí, fins que rebin un tret i es destrueixin. Amb això i el botó per curar-se mencionat anteriorment es gestiona tota la part referent als elements de HUD relacionats amb la vida.

Per implementar els elements referents a la munició de l'arma es crea un sistema de munició de mode que cada cartutx tingui un total de 20 bales, això s'implementa a causa de que l'asset original no contempla cap límit en la munició dels cartutxos i, per tant, l'arma té bales infinites un cop s'hi insereix un cartutx. Amb això implementat, es crea un *Canvas* al lateral de l'arma amb un número que indica la quantitat de bales que li queden al cartutx que te l'arma posat.

Pel que fa a les representacions de la forma d'apuntar, s'utilitza la pròpia mira que té integrada l'arma en l'asset original del qual es parteix per la representació diegètica del prototip, mentre que per la representació del làser s'utilitza un component *Line Renderer* (Unity) per fer-lo aparèixer des de l'arma en direcció a la qual s'està apuntant. Amb aquests dos elements implementats, el manager s'encarrega d'activar un objecte o altre en funció de la representació que es vulgui mostrar en cada moment.

Per implementar les representacions de la selecció d'objectes es fa servir un mateix mètode que forma part del *XR Interaction Toolkit* (Unity), a través del qual es pot mostrar feedback visual en funció de la proximitat de la mà virtual respecte als objectes recol·lectable. Amb això, la representació espacial consisteix en un *Canvas* que quan s'activa mostra un quadrat al centre de l'objecte que es vol agafar, mentre que el canvi de color fa canviar el material de l'objecte per indicar que l'objecte es pot agafar.

Un cop seleccionades les representacions que es volen fer servir de cada categoria d'elements, hi ha un botó "*Start*" que desactiva els elements de HUD que no s'utilitzin durant el *playtest* i comença un comptador de dos minuts on els testers ja poden començar a jugar. A l'acabar el temps, és pausa el joc i es crea un Excel amb les dades extretes de cada jugador durant el seu *playtest*.

6.3. Fase 3: *Playtesting*

En aquesta secció s'explica el procés de disseny i planificació de l'estudi que es realitza a partir del prototip realitzat, seguit dels anàlisis dels resultats extrets un cop realitzats tots els tests, tenint en compte tant la visió global de tots els participants de l'estudi com la visió més concreta en base als perfils dels jugadors que hi participen.

6.3.1. Disseny de l'estudi

De forma prèvia als *playtest*, cada jugador omple un formulari (Qüestionaris) on se li demanen tant dades demogràfiques com informació sobre la seva experiència prèvia en videojocs amb i sense VR, que serveix per posteriorment crear diferents perfils de jugadors en base a les seves respostes. Seguidament, al finalitzar cada sessió de *playtest* els jugadors responen una altra enquesta on donen la seva opinió sobre el HUD general de la versió del joc que han provat, seguit de la seva opinió sobre la representació del grup específic que han testejat, de manera que, per exemple, si un jugador fa un test de la versió 2.3 dels HUDs, l'enquesta li demana l'opinió sobre la representació genèrica del joc i a continuació li demana la seva opinió sobre la forma de representar la informació relacionada amb la munició de les armes. Al final de cada una d'aquestes preguntes, els jugadors també poden aportar un comentari sobre els motius de les seves decisions. Això acaba donant un total de 15 resultats d'enquestes per cada un dels 14 participants.

6.3.2. Tests

Amb el prototip ja acabat, es fa la planificació de totes les sessions *playtest*, que s'organitzen en un ordre diferent per cada jugador tant en el grup de HUD que testeja en cada cas com en el seu subgrup, per tal d'obtenir dades de millor qualitat. Les sessions de *playtest* es duen a terme al llarg de dos dies diferents, per la qual cosa, tenint en compte que cada jugador ha de fer un total de 15 *playtest*, en fan 7 un dia i 8 l'altre.

Tester	Versio	Jugat				Versio	Jugat				Versio	Jugat				Versio	Jugat			
P1	1 (1.1 - 1.2 - 1.3)	✓	✓	✓	■	2 (2.4 - 2.3 - 2.2 - 2.1)	✓	✓	✓	✓	3 (3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	4 (4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.1)	✓	✓	✓	✓
P2	2 (2.4 - 2.3 - 2.1 - 2.2)	✓	✓	✓	✓	3 (3.1 - 3.2 - 3.4 - 3.3)	✓	✓	✓	✓	4 (4.3 - 4.1 - 4.2 - 4.4)	✓	✓	✓	✓	1 (1.1 - 1.3 - 1.2)	✓	✓	✓	■
P3	3 (3.2 - 3.1 - 3.3 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	4 (4.2 - 4.4 - 4.1 - 4.3)	✓	✓	✓	✓	1 (1.2 - 1.1 - 1.3)	✓	✓	✓	■	2 (2.3 - 2.4 - 2.2 - 2.1)	✓	✓	✓	✓
P4	4 (4.3 - 4.1 - 4.4 - 4.2)	✓	✓	✓	✓	1 (1.2 - 1.3 - 1.1)	✓	✓	✓	■	2 (2.3 - 2.4 - 2.1 - 2.2)	✓	✓	✓	✓	3 (3.2 - 3.1 - 3.4 - 3.3)	✓	✓	✓	✓
P5	4 (4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.1)	✓	✓	✓	✓	3 (3.3 - 3.1 - 3.2 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	2 (2.2 - 2.4 - 2.3 - 2.1)	✓	✓	✓	✓	1 (1.3 - 1.1 - 1.2)	✓	✓	✓	■
P6	3 (3.3 - 3.1 - 3.4 - 3.2)	✓	✓	✓	✓	2 (2.2 - 2.4 - 2.1 - 2.3)	✓	✓	✓	✓	1 (1.3 - 1.2 - 1.1)	✓	✓	✓	■	4 (4.3 - 4.2 - 4.1 - 4.4)	✓	✓	✓	✓
P7	2 (2.1 - 2.4 - 2.3 - 2.2)	✓	✓	✓	✓	1 (1.1 - 1.2 - 1.3)	✓	✓	✓	■	4 (4.2 - 4.3 - 4.1 - 4.4)	✓	✓	✓	✓	3 (3.4 - 3.1 - 3.2 - 3.3)	✓	✓	✓	✓
P8	1 (1.1 - 1.3 - 1.2)	✓	✓	✓	■	4 (4.3 - 4.2 - 4.4 - 4.1)	✓	✓	✓	✓	3 (3.4 - 3.1 - 3.3 - 3.2)	✓	✓	✓	✓	2 (2.1 - 2.4 - 2.2 - 2.3)	✓	✓	✓	✓
P9	2 (2.4 - 2.2 - 2.3 - 2.1)	✓	✓	✓	✓	3 (3.1 - 3.3 - 3.2 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	1 (1.2 - 1.1 - 1.3)	✓	✓	✓	■	4 (4.2 - 4.1 - 4.4 - 4.3)	✓	✓	✓	✓
P10	3 (3.2 - 3.3 - 3.1 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	2 (2.3 - 2.2 - 2.4 - 2.1)	✓	✓	✓	✓	4 (4.3 - 4.4 - 4.1 - 4.2)	✓	✓	✓	✓	1 (1.2 - 1.3 - 1.1)	✓	✓	✓	■
P11	1 (1.1 - 1.2 - 1.3)	✓	✓	✓	■	2 (2.4 - 2.3 - 2.2 - 2.1)	✓	✓	✓	✓	3 (3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	4 (4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.1)	✓	✓	✓	✓
P12	2 (2.4 - 2.3 - 2.1 - 2.2)	✓	✓	✓	✓	3 (3.1 - 3.2 - 3.4 - 3.3)	✓	✓	✓	✓	4 (4.3 - 4.1 - 4.2 - 4.4)	✓	✓	✓	✓	1 (1.1 - 1.3 - 1.2)	✓	✓	✓	■
P13	3 (3.2 - 3.1 - 3.3 - 3.4)	✓	✓	✓	✓	4 (4.2 - 4.4 - 4.1 - 4.3)	✓	✓	✓	✓	1 (1.2 - 1.1 - 1.3)	✓	✓	✓	■	2 (2.3 - 2.4 - 2.2 - 2.1)	✓	✓	✓	✓
P14	4 (4.3 - 4.1 - 4.4 - 4.2)	✓	✓	✓	✓	1 (1.2 - 1.3 - 1.1)	✓	✓	✓	■	2 (2.3 - 2.4 - 2.1 - 2.2)	✓	✓	✓	✓	3 (3.2 - 3.1 - 3.4 - 3.3)	✓	✓	✓	✓

Taula 6.3.2. Organització de tots els *playtest* ordenats per a cada jugador amb caselles de selecció per controlar els tests ja realitzats. Font:

Elaboració pròpia.

6.3.3. Anàlisi

Amb tots els *playtest* ja fets i les respostes dels qüestionaris ordenades, es divideixen els perfils dels testers en diferents categories en funció de la seva experiència prèvia amb jocs FPS i els jocs en VR, resultant en tres grups:

- Jugadors amb experiència tant en jocs FPS com en jocs FPS en VR. Anomenat "Perfil FPS VR" a partir d'ara. En aquest perfil hi ha 5 dels 14 usuaris, destacant un d'ells per tenir molta experiència en jocs VR.
- Jugadors amb experiència amb jocs FPS però que no els han jugat en VR. Anomenat "Perfil FPS" a partir d'ara. En aquest perfil hi ha 6 dels 14 usuaris.
- Jugadors sense experiència amb jocs FPS. Anomenat "Perfil No FPS" a partir d'ara. En aquest perfil hi ha 3 dels 14 usuaris.

Per aquest estudi els perfils més valuosos són els que tenen experiència en jocs FPS en VR, però els anàlisi també tenen en compte les valoracions dels perfils amb experiència en FPS tot i no ser en VR per tal de comparar les seves perspectives d'acord amb les diferents experiències de cada perfil. Finalment, també es fa una valoració general de tot el conjunt d'usuaris, inclosos els que no tenen experiència en FPS, per tal d'observar les opinions generals, comprovar les similituds amb els grups de perfils analitzats anteriorment i relacionar els resultats entre els elements de cada categoria de HUD que han agradat més en comparació amb les representacions que són més utilitzades en jocs FPS en VR, d'acord amb els deu jocs de Steam analitzats.

6.3.3.1. Representació de la vida

Pel que fa a les representacions de la vida del jugador, es mostra una clara tendència cap a la tercera opció en tots els perfils, on s'utilitza tant la representació diegètica d'un rellotge que incorpora la barra de vida, com la meta percepció d'una vinyeta que indica al jugador quan ha rebut un impacte enemic.

Pel que fa als jugadors amb Perfil FPS VR les altres dues opcions tampoc els semblen dolentes, però en ambdós casos mencionen com els hi falta informació, tot i això la meta percepció els resulta lleugerament més útil que la barra de vida degut al *feedback*

que els hi proporciona quan tenen enemics que els hi puguin estar disparant des d'algun punt cec.

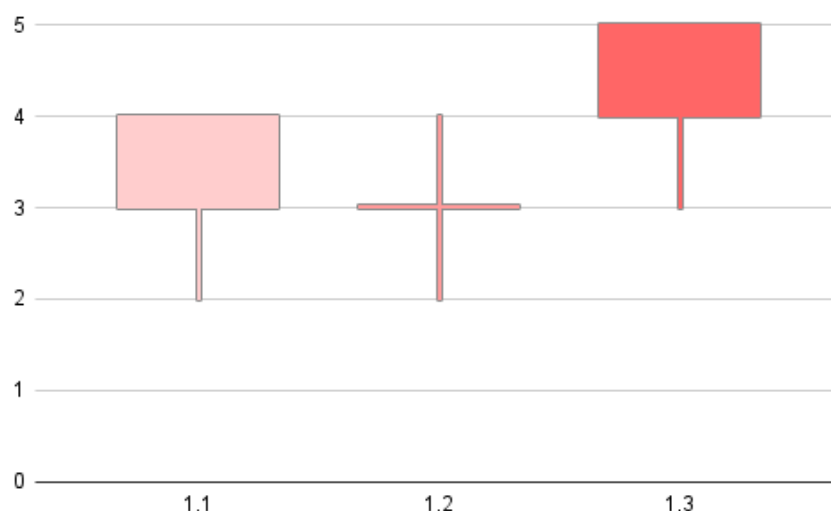


Figura 6.3.3.1. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS VR respecte les representacions de la vida. Font: Elaboració pròpia.

- Representació de la versió 1.1: Relotge diegètic amb barra de vida.
- Representació de la versió 1.2: Meta percepció amb vinyeta.
- Representació de la versió 1.3: Relotge diegètic i meta percepció.

Pel que fa als jugadors de Perfil FPS, mostren una major preferència cap a la barra de vida per sobre de la meta percepció, argumentant que tot i que prefereixen disposar dels dos elements a la vegada, els resulta més útil veure la vida que tenen en lloc del *feedback* dels impactes que reben.

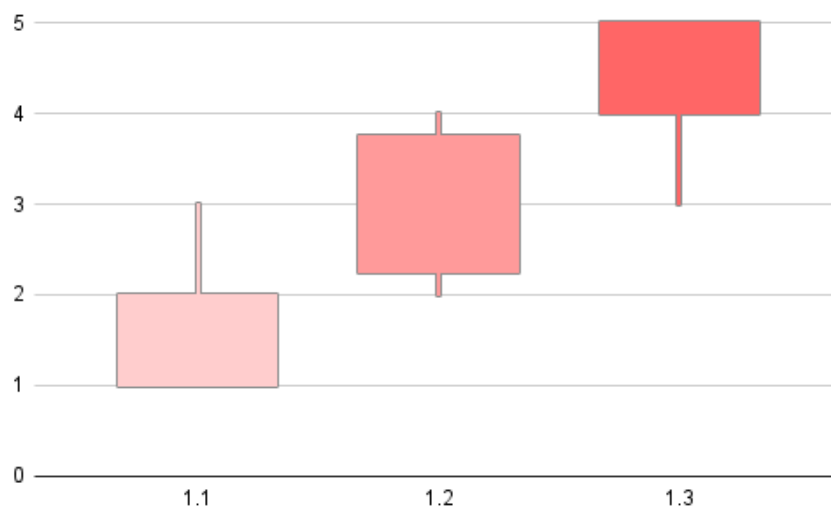


Figura 6.3.3.1. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la vida. Font: Elaboració pròpia.

6.3.3.2. Representació de la munició

Pel que fa a la representació de la munició, els jugadors amb perfil FPS VR mostren una major tendència pels HUDs 2.2 i 2.4, on es mostren les bales restants en un petit menú integrat en l'arma. La majoria menciona que el fet de poder comprar amb aquesta informació els hi resulta útil, tot i que en alguns casos d'usuaris amb més experiència en VR que la resta també es menciona com l'absència d'aquest menú fa que l'experiència sigui més immersiva i realista.

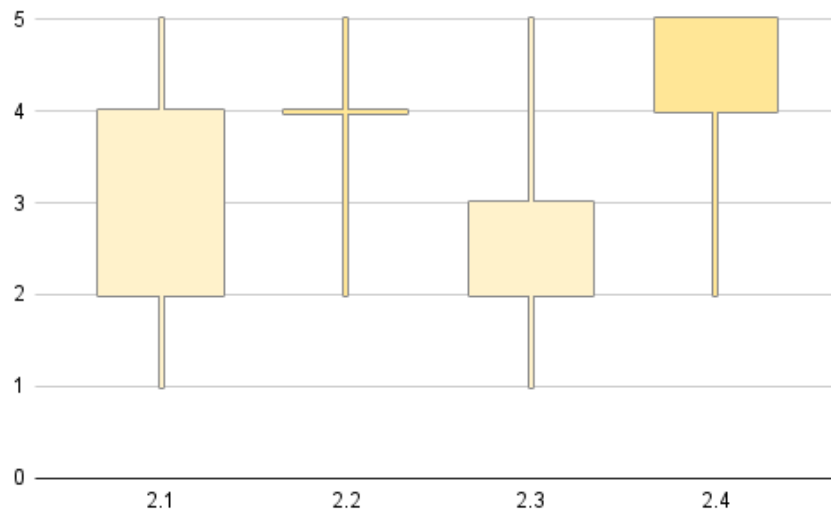


Figura 6.3.3.2. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS VR respecte les representacions de la munició. Font: Elaboració pròpia.

- Representació de les versions 2.1 i 2.3: Sense representació visual de la munició.
- Representació de les versions 2.2 i 2.4: Menú diegètic amb indicador numèric de munició.

Pel que fa als usuaris del perfil FPS, aquesta diferència és encara més notòria, mantenint la preferència pels HUDs 2.2 i 2.4 on es mostra la quantitat de munició que li queda a l'arma. La majoria comenta que aquesta informació els hi ajuda en el *gameplay* per la comoditat de poder-la veure amb gran facilitat, però que els semblaria més immersiu si estigués millor integrada en l'arma, mencionant com un joc amb ambientació futurista seria la millor opció per mostrar aquesta informació com a part de l'arma.

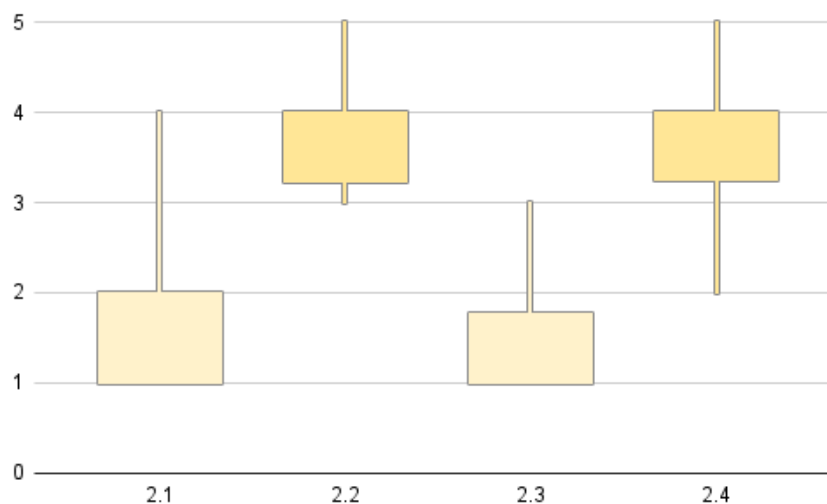


Figura 6.3.3.2. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la munició. Font: Elaboració pròpia.

6.3.3.3. Representació de l'apuntat

En el cas de les representacions per apuntar amb l'arma els jugadors amb perfil FPS VR mostren una puntuació generalment alta en les dues representacions, tot i això manifesten una preferència cap a la representació amb làser per sobre de la mira diegètica, argumentant que els sembla més fàcil per apuntar amb aquest element mentre que la mira no els sembla tan àgil en comparació. Un altre argument bastant repetit és el fet que el zoom de la mira diegètica els sembla excessiu per la situació en la qual es presenta el *gameplay* del prototip, cosa que contribueix al fet que els hi resulti més còmode el *gameplay* amb el làser. En qualsevol dels casos, la representació a través de la mira diegètica tampoc els sembla una mala opció per si sola, fent que les puntuacions de les versions on s'utilitza aquesta representació tampoc estiguin tan diferenciades respecte a les versions amb el làser.

Tot i els comentaris generals d'aquest perfil d'usuaris, hi destaca l'usuari amb molta experiència en VR respecte a la resta de testers, que dona opinions completament oposades a la majoria, posant la mínima puntuació a les versions amb làser, argumentant com aquesta opció li agrada quan es tracta d'un element opcional de l'arma, mentre que la mira diegètica li resulta molt més agradable pel fet de ser més immersiva. Finalment, aquest usuari també puntualitza que les seves valoracions es veuen condicionades pel tipus de *gameplay* del prototip, indicant que en una altra situació les seves avaluacions podrien variar.

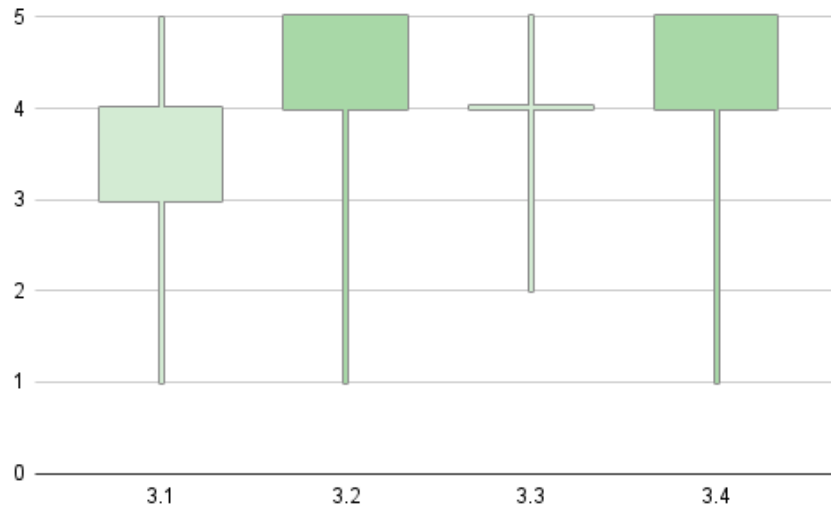


Figura 6.3.3.3. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS VR respecte les representacions de la forma d'apuntar. Font: Elaboració pròpia.

- Representació de les versions 3.1 i 3.3: Mira diegètica.
- Representació de les versions 3.2 i 3.4: Làser.

Pel que fa al perfil dels usuaris amb perfil FPS, la preferència per la representació amb el làser és encara més notòria, fent que la mira diegètica rebi més crítiques en comparació als usuaris del perfil FPS VR. Generalment, argumenten que el làser fa que el *gameplay* els hi resulti més fàcil i còmode, però també hi ha casos on diuen que la seva preferència està condicionada pel *gameplay*, indicant que si es tractés d'un joc més realista o el zoom de la mira es pogués regular optarien per aquesta representació, ja que la mira diegètica no els sembla una mala opció de per si.

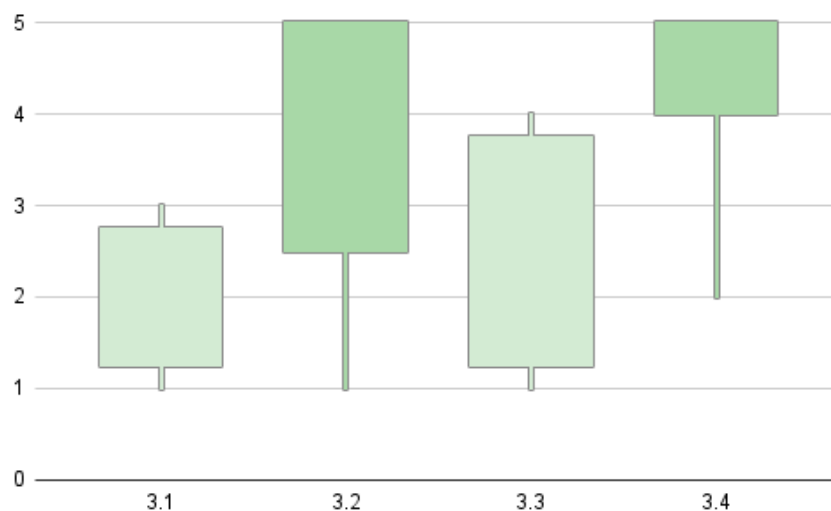


Figura 6.3.3.3. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la forma d'apuntar. Font: Elaboració pròpia.

6.3.3.4. Representació de la selecció

La selecció d'objectes ha resultat ser la categoria més igualada en les seves dues representacions. Pel que fa als jugadors del perfil FPS VR la majoria assenyalen que tant l'element espacial que apareix sobre els objectes com el canvi de *shader* els semblen prou intuïtius, però tot i això hi ha una petita preferència pel canvi de *shader* degut a que alguns usuaris puntuen que l'element espacial els treu més fàcilment de la immersió, mentre que el canvi de *shader* és un element més subtil que s'entén amb la mateixa facilitat.

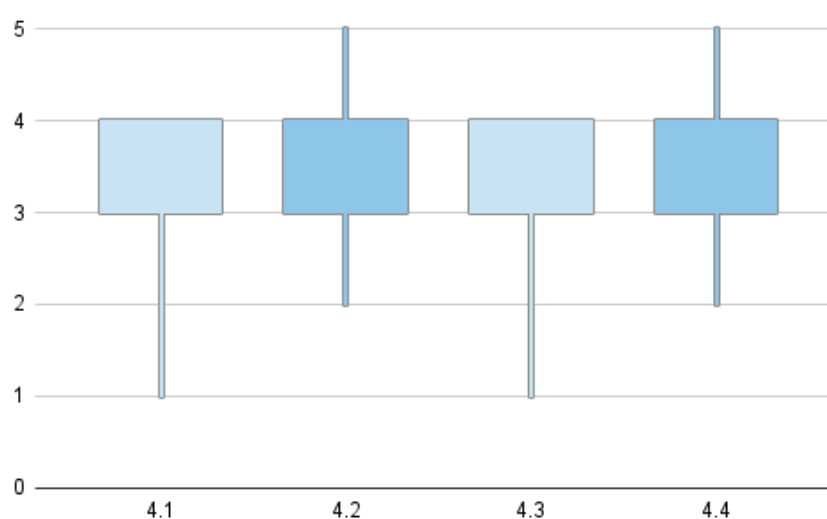


Figura 6.3.3.4. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la selecció d'objectes. Font: Elaboració pròpia.

- Representació de les versions 4.1 i 4.3: Element espacial.
- Representació de les versions 4.2 i 4.4: Canvi de *shader* de l'objecte.

En el cas dels usuaris amb perfil FPS, les estadístiques mostren resultats similars als del perfil FPS VR, però els comentaris mostren una divisió entre usuaris que tenen una lleugera preferència cap a l'element espacial, argumentant que és més visible que amb el canvi de *shader*, i usuaris que prefereixen el canvi de *shader* degut a que al ser més subtil fa que sigui menys intrusiu i igualment clar. En qualsevol cas, tots els usuaris coincideixen en el fet que les dues representacions els semblen intuïtives i la preferència d'una representació no implica que l'altre els sembli dolenta.

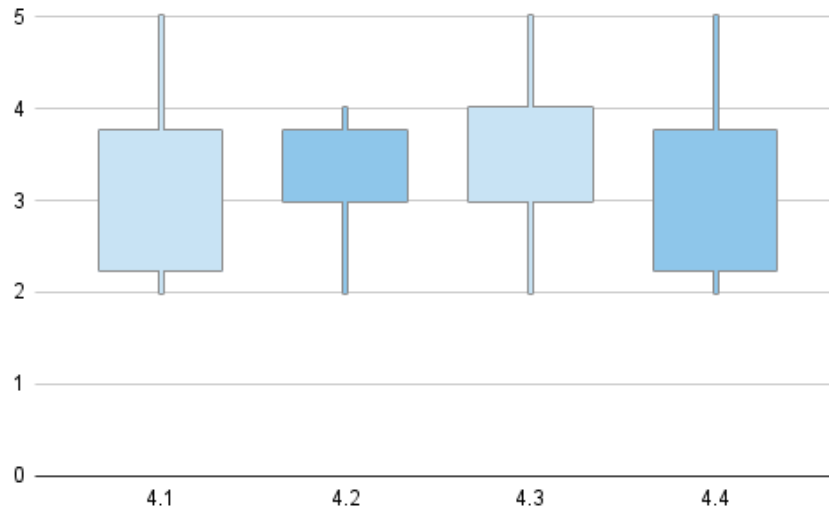


Figura 6.3.3.4. *Boxplot* de les valoracions dels usuaris amb Perfil FPS respecte les representacions de la selecció d'objectes. Font: Elaboració pròpia.

6.3.3.5. Anàlisi general

En aquesta última secció dels anàlisis es mostren les estadístiques generals del conjunt d'usuaris que han participat en els *playtest*, indiferentment del grup al que pertanyen, junt amb patrons de comportament observats al llarg dels tests i comentaris destacats pels usuaris respecte al prototip.

Pel que fa al conjunt de les representacions analitzades s'observa com els usuaris es mostren més crítics i amb opinions més contundents amb aquells elements que els hi semblen més crucials pel *gameplay*, com per exemple la representació de la vida, sent la que rep més importància per part dels usuaris, amb una unanimitat que prefereix la representació utilitzada en el HUD 1.3 o la representació de la munició, que tot i no ser considerada com una informació tan crucial com la vida, també rep una clara preferència cap a la representació que incorpora el menú diegètic amb el nombre de bales, mentre que la selecció d'objectes passa pràcticament desapercibuda i la preferència entre una representació o altra és mínima, ja que els usuaris consideren que les dues opcions són pràcticament igual de clares i intuïtives.

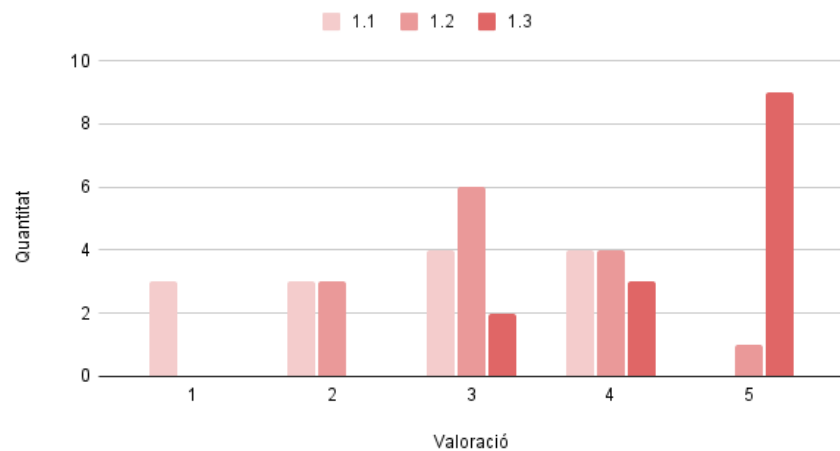
Finalment, la representació de la forma d'apuntar ha sigut on s'observa una major disparitat entre les opinions dels usuaris, que majoritàriament prefereixen utilitzar el làser a causa de la facilitat que els hi aporta al *gameplay*, i la representació utilitzada en la majoria dels jocs de Steam analitzats, que no incorporen aquest element i

utilitzen la pròpia mira de l'arma per apuntar. En aquest cas també hi ha disparitat entre els usuaris degut a que una part d'ells comenta que la seva decisió es veu guiada pel *gameplay*, ja que a l'utilitzar-se un franc tirador pel *gameplay* del prototip el zoom de la mira els hi resulta excessiu i a vegades fins i tot incòmode, implicant que si s'hagués utilitzat una mira més subtil segurament l'haurien preferit per sobre del làser.

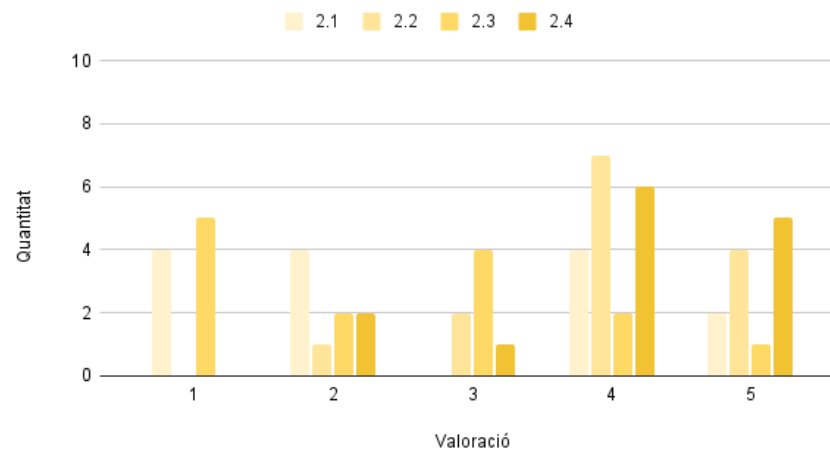
Un altre comportament observat al llarg de les sessions de *playtest* és el condicionament d'alguns jugadors a l'hora de jugar a causa de la seva experiència amb jocs FPS en comparació a la dificultat del prototip, ja que al no estar regulada segons el perfil, els jugadors amb més experiència troben el *gameplay* massa fàcil i en alguns casos arriben a deixar-se atacar per part dels enemics per tal de veure canvis en el feedback del prototip, mentre que pels jugadors sense experiència en FPS el *gameplay* els suposa un repte prou alt per arribar a frustrar-se o no adonar-se dels elements del HUD a causa de la concentració utilitzada per sobreviure. Aquest imprevist suposa que les opinions d'alguns usuaris es puguin veure esbiaixades.

A continuació es mostren els gràfics amb les dades extretes de cada grup de HUDs, indicant en la franja horitzontal les valoracions de l'1 al 5 de cada HUD i en la franja vertical la quantitat de jugadors que voten en cada una de les valoracions. Aquestes mateixes dades també es mostren en format de *boxplot*, on es poden comparar més fàcilment les valoracions de totes les versions de HUDs entre elles i observar les millor valorades junt amb la concordança entre els usuaris. Aquestes dades són utilitzant tot el conjunt d'usuaris de l'estudi, indiferentment del seu perfil.

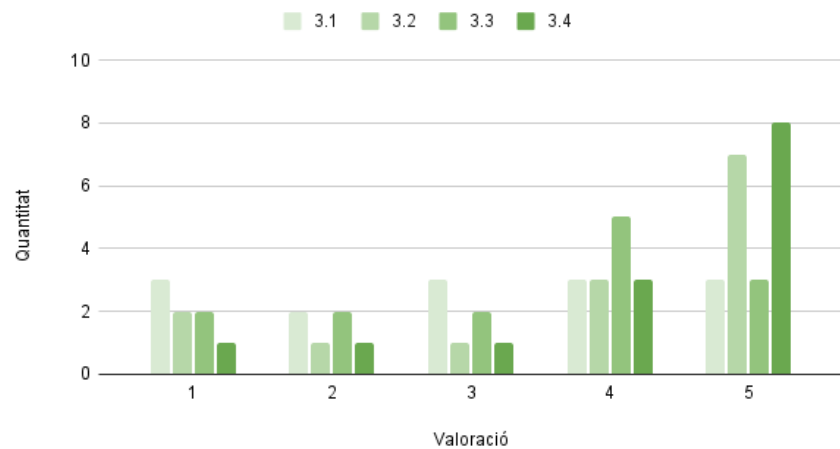
Valoracions del HUD de vida



Valoracions del HUD de munició



Valoracions del HUD de apuntat



Valoracions del HUD de selecció

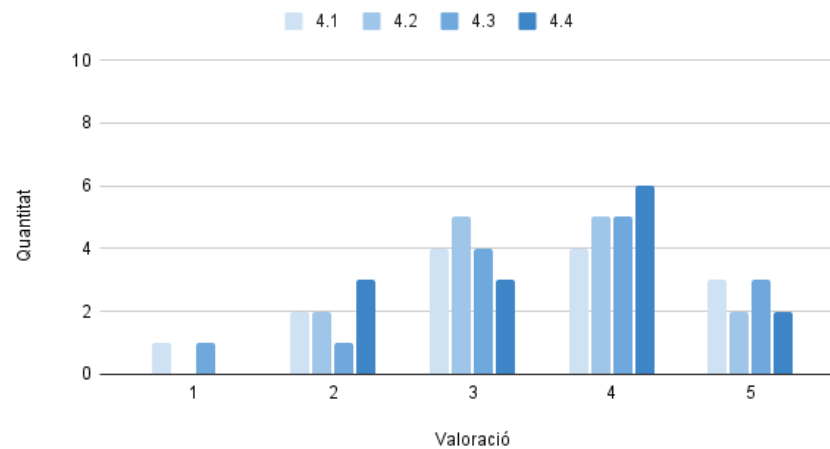


Figura 6.3.3.5. Valoracions globals de les quatre categories de HUDs. Font: Elaboració pròpia.

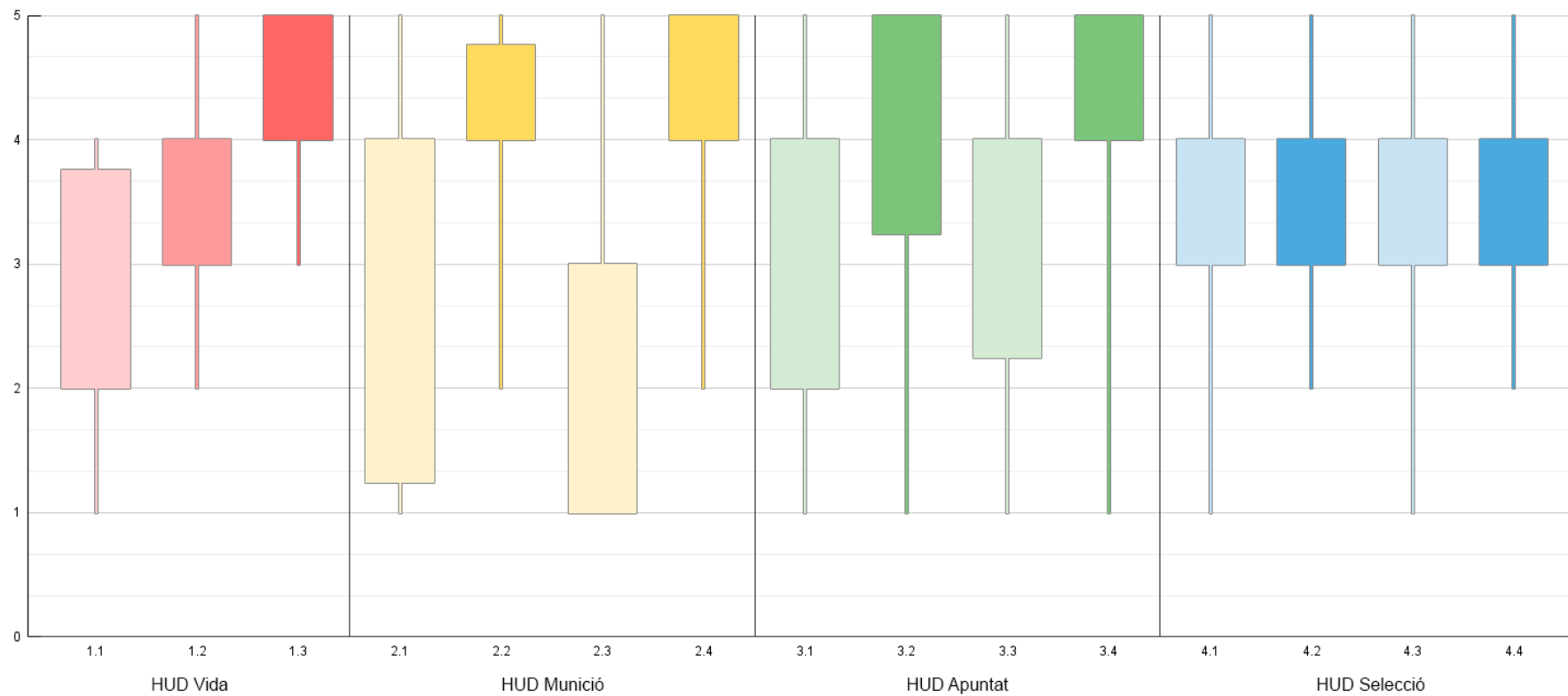


Figura 6.3.3.5. Box plot de les valoracions dels usuaris per cada tipus de HUD. Font: Elaboració pròpia.

7. Conclusions

En aquesta secció s'exposen els resultats d'aquest treball respecte a els objectius mencionats a l'inici del procés, també es parla de les limitacions que han afectat al projecte i es comenten les línies de futur per continuar amb la investigació.

7.1. Valoracions

En aquest treball l'objectiu principal era el de valorar l'experiència d'usuari i la usabilitat dels jugadors a l'hora de presentar-los diferents propostes de HUDs per jocs de gènere FPS en VR, per tal d'indagar en les representacions que resultaven més atractives per indicar-los informació de la vida, la munició, la forma d'apuntar i la selecció d'objectes dins d'un entorn virtual.

L'anàlisi de deu jocs d'aquestes característiques, junt amb el fet de tractar-se de jocs que figuraven entre els més exitosos de Steam de 2020, 2021 i 2022, ha permès extreure una bona quantitat de dades per poder marcar unes pautes en les representacions dels elements mencionats anteriorment, que s'han interpretat com l'estàndard de la indústria, tenint en compte factors com la quantitat de vegades que s'utilitzava cada tipus de representació entre tots els jocs.

Amb les dades de tots els anàlisis classificades, s'han pogut fer diferents propostes per les quatre categories d'elements que s'han estudiat per implementar-les en un prototip de joc FPS en VR, utilitzant les dues representacions més utilitzades de cada categoria, a excepció de la vida, que s'han realitzat tres propostes de representacions degut a la importància que s'ha considerat que podia aportar aquesta informació per sobre de les altres, hipòtesi que ha resultat correcte a l'observar les respostes dels usuaris un cop realitzats tots els *playtest*.

S'ha desenvolupat un prototip de joc FPS en VR a partir d'un *asset* on s'han pogut implementar totes les propostes d'elements de HUD que s'han dissenyat anteriorment, junt amb un controlador que permet combinar-les totes entre elles de forma fàcil i ràpida per tal de poder continuar investigant en un futur altres possibles combinacions d'elements del HUD no investigades en aquest estudi per tal d'ampliar-lo. Aquest prototip també permet controlar les sessions de *gameplay* generant un document amb

dades dels usuaris com per exemple la quantitat de vegades que ha mort, els enemics que ha derrotat, la quantitat de cartutxos de munició que ha canviat, el nombre d'interaccions amb objectes recol·lectaves i els trets que ha realitzat.

Amb el prototip acabat, s'han realitzat sessions de *playtest* amb 14 usuaris on cada un ha jugat un total de 15 vegades. Inicialment, aquests usuaris han omplert un primer qüestionari on se'ls hi ha demanat tant dades demogràfiques com informació relacionada amb la seva experiència en videojocs, videojocs FPS i finalment videojocs FPS en VR, aquesta informació ha servit per dividir els usuaris en tres grups anomenats "perfil FPS VR" pels usuaris que tenien un mínim d'experiència en videojocs FPS en VR, "perfil FPS" per usuaris que tenien experiència en videojocs FPS tot i no ser en VR, i finalment "perfil no FPS" pels usuaris que no tenien experiència en jocs de gènere FPS. Posteriorment, cada usuari ha realitzat les sessions de joc en un ordre diferent per tal d'obtenir unes dades més objectives, on cada sessió ha tingut una durada de dos minuts, mostrant una versió de HUD diferent en cada cas, aquestes versions combinen les diferents representacions de la vida, la munició, la forma d'apuntar i la selecció d'objectes, resultant en quatre grups amb entre tres i quatre subgrups cada un.

Aquesta classificació per grups s'ha utilitzat pels qüestionaris posteriors, on les sessions del grup 1 han buscat valorar l'experiència dels usuaris en vers la forma en la qual es representa la informació de la vida, el grup 2 valorar la representació amb la qual s'informa de la munició restant de l'arma, el grup 3 avaluar la experiència de la representació utilitzada per apuntar amb l'arma, i finalment el grup 4 observar l'experiència dels usuaris respecte a la representació amb la qual s'indica als jugadors com poden agafar objectes recol·lectaves dins de l'entorn virtual. Aquests qüestionaris s'han realitzat al final de cada sessió de *playtest*, i han demanat que els usuaris valorin tant el HUD general amb el qual han jugat com la representació específica del grup que han testejat, junt amb els motius que justifiquen cada una de les seves valoracions.

Un cop fets tots els *playtests*, s'han analitzat totes les valoracions proporcionades pels usuaris respecte a les diferents representacions que s'han implementat en el prototip.

Els resultats han demostrat que la unanimitat de les seves respostes s'ha vist afectada pel grau d'importància que tenia l'element del HUD que s'estava avaluant:

- Pel que fa a la selecció d'objectes ha rebut les valoracions similars per les dues representacions, considerant-se ambdues com intuïtives i poc importants.
- La representació de la munició ha mostrat preferències clares per la pantalla diegètica amb el nombre de bales restants per sobre del feedback sonor, argumentant que facilitava el joc tot i sacrificar realisme. Tot i que aquesta preferència ha resultat contrària a la que s'ha observat en la majoria dels jocs analitzats, s'ha considerat lògica tenint en compte els perfils dels usuaris, pel que ha format part de les valoracions esperades.
- En la forma d'apuntar els usuaris han preferit utilitzar el làser per apuntar en lloc d'una mira diegètica, argumentant que la consideraven incòmoda i puntualitzant que si s'hagués utilitzat una representació més subtil per la mira diegètica hauria sigut l'opció preferida pels usuaris.
- La representació de la vida ha sigut on s'ha observat més unanimitat per part dels participants a l'hora de fer les valoracions, preferint la combinació del rellotge diegètic amb barra de vida i la meta percepció de dany per sobre de les altres dues opcions, que consistien en aquests dos elements per separat, trobant que aquesta combinació proporcionava el feedback més complet sense ser invasiu.

7.2. Limitacions

Al llarg d'aquest projecte es troben una sèrie de limitacions que es poden millorar de cara a futures investigacions per tal de continuar ampliant la investigació i obtenir resultats de millor qualitat.

Per una banda, de la representació seleccionada per implementar la mira diegètica no s'han obtingut els resultats que s'esperaven, ja que els usuaris han mostrat unes preferències oposades a les representacions que es solen utilitzar en els jocs analitzats, això fa creure que és a causa de que el zoom excessiu de la mira junt amb el tipus de *gameplay* hagi afectat negativament a l'experiència dels usuaris, per la qual cosa s'hauria d'optar per una representació més subtil per implementar la mira

diegètica, amb la hipòtesi que aquest canvi faci que els usuaris valorin aquest aspecte de forma més similar a com es fa en els jocs de Steam analitzats.

Per altra banda, la dificultat del *gameplay* amb relació a l'experiència dels jugadors amb els FPS ha fet que el seu comportament es veiés afectat, fent que els jugadors amb més experiència es deixessin atacar expressament pels enemics per tal de veure si hi havia canvis en la representació de la vida, mentre que els jugadors sense experiència morien amb molta facilitat, arribant a frustrar-se en alguns casos.

Pel que fa a la coherència del *gameplay*, varis dels usuaris han comentat com el comportament dels enemics els hi ha dificultat el *gameplay* tenint en compte el tipus d'arma que feien servir en comparació a la distància a la qual s'acabaven situant els enemics, ja que tot i aparèixer a l'altra punta de la plataforma del *gameplay*, al final corrien fins a quedar-se just davant de la taula on es situava el jugador, degut a això, els comentaris dels usuaris donen a entendre que si aquest comportament s'hagués implementat de forma diferent, fent que hi hagués una major distància entre la posició final dels enemics respecte a la del jugador, haguessin preferit altres representacions d'elements de HUD, com seria per exemple la mira diegètica per sobre del làser.

Finalment, aquest estudi es veu limitat al fet que les dades que s'extreuen no es poden extrapolar a altres gèneres de videojocs en VR, tot i que per altra banda la quantitat de variacions que es poden fer de les representacions d'elements de HUD permet que aquest estudi es pugui ampliar molt mantenint-se dins d'aquest gènere.

7.3. Línies de futur

Pel que fa a les línies de futur d'aquest projecte, i en vista dels resultats obtinguts en els *playtest* ja realitzats, es faria un canvi principalment en les representacions de la forma d'apuntar amb l'arma, per tal d'afegir una representació més subtil que consisteixi en una mira petita, integrada a l'arma, que destaquí sent d'un color diferent de la resta de l'objecte i sense incorporar una lupa de cap mena, per tal de veure si amb aquestes modificacions els resultats de les enquestes canvien i mostren una tendència cap a aquesta representació en vers del làser o la mira amb zoom.

A part d'això, aquest estudi es pot continuar ampliant realitzant més sessions de *playtest* amb altres combinacions d'elements de HUD no utilitzades en aquest treball, a part d'augmentar la quantitat d'usuaris per cada test per tal d'aconseguir dades més amples amb les quals es puguin explorar noves preferències que hagin passat per alt, com situacions on els usuaris puguin preferir una combinació de representacions en concret encara que aquests elements per separat no siguin els preferits pels usuaris.

Finalment, iterant sobre la coherència del prototip, es pot millorar la lògica del comportament dels enemics i afegir modificadors per poder implementar diferents nivells de dificultat que s'ajustin al nivell de cada perfil de jugador, evitant que es frustrin o s'avorreixin i permetent ampliar tant la quantitat de dades de jugadors com els anàlisis posteriors, estudiant si el fet de jugar en una dificultat o altra té algun efecte en les opinions dels usuaris.

8. Referencies

8.1. Bibliografia

- 99TH VR. (2022, 5 octubre). *BoneLab | Full Game Walkthrough | No Commentary* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de https://www.youtube.com/watch?v=cNrW_nJSodY
- 99TH VR. (2023, 2 novembre). *Arizona Sunshine | Full Game Walkthrough | No commentary* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de https://www.youtube.com/watch?v=hZB_dKhjF3w
- Abigfluffyak. (2022). *Virtual reality XR toolkit Sniper Rifle with scope - for Oculus Quest/Rift | Packs | Unity Asset Store*. Unity Asset Store. Recuperat de <https://assetstore.unity.com/packages/templates/packs/virtual-reality-xr-toolkit-sniper-rifle-with-scope-for-oculus-qu-226766>
- Adams, E. W. (2014). *Fundamentals of Shooter Game Design*. Pearson Education.
- Alger, M. (2015). *Visual Design Methods for Virtual Reality*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/Visual-Design-Methods-for-Virtual-Reality-Alger/94d9115ffc204c4a904312d6cecaf3032101009c>
- Alves, S., Callado, A., Juca, P. (2020). *Evaluation of Graphical User Interfaces Guidelines for Virtual Reality Games*. Recuperat de <https://doi.org/10.1109/sbgames51465.2020.00020>
- Apperley, T. H. (2006). *Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres*. Simulation & Gaming. Recuperat de <https://doi.org/10.1177/1046878105282278>
- Babu, J. (2012). *Video game HUDs: Information presentation and spatial immersion*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/Video-game-HUDs%3A-Information-presentation-and-Babu/0b8a0d7184b9ec996445c0580df8a0225b6574ef>

- Baecker, R. M., Buxton, W. A. S. (1987). *Human-computer Interaction: A Multidisciplinary Approach*. Morgan Kaufmann.
- Beaudouin-Lafon, M. (2006). *Human-Computer interaction*. https://doi.org/10.1007/3-540-34874-3_10
- Ben Plays VR. (2019, 7 setembre). *Let's play: hot dogs, horseshoes & hand grenades* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=ivCbQIS-UHw>
- Boas, Y. A. G. V. (2012). *Overview of Virtual Reality Technologies*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/Overview-of-Virtual-Reality-Technologies-Boas/4214cb09e29795f5363e5e3b545750dce027b668>
- Breda, L. (2008). *Invisible Walls*. Recuperat de https://web.archive.org/web/20081008041827/http://gamecareerguide.com/features/593/invisible_.php?page=1
- Brooks, F. P., Ouh-Young, M., Batter, J. J., Kilpatrick, P. J. (1990). *Project GROPE-Haptic displays for scientific visualization*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/97880.97899>
- Butow, E. (2007). *User Interface Design for Mere Mortals*. Addison-Wesley Professional.
- Chillst3p VR. (2020, juliol 26). *Pavlov VR Tutorial 1 | The Very Basics* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de https://www.youtube.com/watch?v=_PHL6y2RtUQ
- Chillst3p VR. (2020b, juliol 30). *Pavlov VR Tutorial 2 | Aiming Technique + VStock* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=UuseTxR1lds>
- Chu, A. (2014). *VR Design: Transitioning from a 2D to a 3D Design Paradigm*.
- Crawford, C. (2003). *Chris Crawford on Game Design*. New Riders.

- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., Hart, J. C. (1992). *The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/129888.129892>
- DeFanti, T. A., Sandin, D. J. (1977). *Final Report to the National Endowment of the Arts*. Recuperat de <https://archive.org/details/ETC1051/page/10/mode/2up>
- Dorabjee, R., Bown, O., Sarkar, S., Tomitsch, M. (2015). *Back to the Future: Identifying Interface Trends from the Past, Present and Future in Immersive Applications*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/2838739.2838833>
- Drachen, A., Mirza-Babaei, P., Nacke, L. E. (2018). *Introduction to Games User Research*. Recuperat de <https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0001>
- Fagerholt, E., Lorentzon, M. (2009). *Beyond the HUD - User Interfaces for Increased Player Immersion in FPS Games*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/Beyond-the-HUD-User-Interfaces-for-Increased-Player-Fagerholt-Lorentzon/16ee02a8839923752c6bc93f294bec67d73a586e>
- Fast Win Walkthroughs. (2021, 10 desembre). *Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades H3VR - Part 1 Testing automatic pistols on gun range - No comme* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=6INGZ5NJ39Q>
- Foxman, M., Leith, A. P., Beyea, D., Klebig, B., Chen, V. H. H., Ratan, R. (2020). *Virtual Reality Genres: Comparing Preferences in Immersive Experiences and Games*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/3383668.3419881>
- Fragoso, S. (2014). *Interface Design Strategies and Disruptions of Gameplay: Notes from a Qualitative Study with First-Person Gamers*. Recuperat de https://doi.org/10.1007/978-3-319-07227-2_56
- Fullerton, T. (2018). *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. A K Peters/CRC Press (4a ed.).

- FullThrough. (2023, 25 març). *Pavlov Gameplay HD (VR) | NO COMMENTARY* [Vídeo]. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=wzZUoAe8E4Y>
- Furness, T. A. (1986). *The Super Cockpit and its Human Factors Challenges*. Recuperat de <https://doi.org/10.1177/154193128603000112>
- Galloway, A. R. (2006). *Gaming: Essays on Algorithmic Culture*.
- Gamer Max Channel. (2021, 30 juliol). *Half-Life Alyx - FULL GAME (4K 60FPS) Walkthrough gameplay No commentary* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de https://www.youtube.com/watch?v=9M0_SWkRcMk
- Gamer Max Channel. (2022, 14 gener). *After the Fall - FULL GAME Walkthrough Gameplay No Commentary* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=tQnX558z0Ug>
- Gigante, M. A. (1993). *Virtual Reality: Definitions, History and Applications*. Recuperat de <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-227748-1.50009-3>
- Harding, B. A. (1989). *Windows and icons and mice, oh my!-the changing face of computing*. <https://doi.org/10.1109/fie.1989.69429>
- Hassenzahl, M., Tractinsky, N. (2006). *User experience - a research agenda*. Recuperat de <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- Hepperle, D., Weiß, Y., Siess, A., Wölfel, M. (2019). *2D, 3D or speech? A case study on which user interface is preferable for what kind of object interaction in immersive virtual reality*. Recuperat de <https://doi.org/10.1016/j.cag.2019.06.003>
- Hewett, T., Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong, G., Verplank, W. (1992). *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/2594128>
- Howlett, E. M. (1990). *Wide-angle orthostereo*. Recuperat de <https://doi.org/10.1117/12.19915>

- Howlett, E. M. (1992). *High-resolution inserts in wide-angle head-mounted stereoscopic displays*. Recuperat de <https://doi.org/10.1117/12.60427>
- Iacovides, I., Cox, A., Kennedy, R., Cairns, P., Jennett, C. (2015). *Removing the HUD: The Impact of Non-Diegetic Game Elements and Expertise on Player Involvement*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/2793107.2793120>
- Jaime, S. (2018). *UX + VR: 14 Guidelines for Creating Great First Experiences*. Medium. Recuperat de <https://medium.com/@oneStaci/https-medium-com-ux-vr-18-guidelines-51ef667c2c49>
- jeditobiwan. (2020, 26 juny). *Ricky Random Roll Away (No Commentary) - Take & Hold Archives - Hot dogs, horseshoes & hand grenades* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=j7KQuUieBSE>
- jeditobiwan. (2023, 12 novembre). *Power sector - Institution testing gameplay - H3VR* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=6h6KgdDW3iQ>
- Jørgensen, K. (2012). *Between the Game System and the Fictional World: A Study of Computer Game Interfaces*. Recuperat de <https://doi.org/10.1177/1555412012440315>
- Krueger, M. W. (1977). *Responsive environments*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/1499402.1499476>
- LaViola, J. J., Kruijff, E., McMahan, R. P., Bowman, D. A., Poupyrev, I. (2017). *3D user Interfaces: Theory and Practice*. (2a ed.)
- Leap Motion. (2015). *VR Best Practices Guidelines*. Recuperat de <https://web.archive.org/web/20221219133024/https://developer-archive.leapmotion.com/assets/Leap%20Motion%20VR%20Best%20Practices%20Guidelines.pdf>
- Lee, A., Lochovsky, F. H. (1985). *User interface design*. Recuperat de https://doi.org/10.1007/978-3-642-82435-7_1

- Lehmusjoki, J. (2017). *The effects of user interface type on player immersion in first-person shooter games*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effects-of-user-interface-type-on-player-in-Lehmusjoki/60f962de60f38c627658bad65f9adf6b3c46a632>
- Marcus, A. (1995). *Principles of Effective Visual Communication for Graphical User Interface Design*. Recuperat de <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-051574-8.50044-3>
- Marcus, A. (1997). *Graphical user interfaces*. Recuperat de <https://doi.org/10.1016/b978-044481862-1.50085-6>
- Medlock, M. C. (2018). *An Overview of GUR Methods*. Recuperat de <https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0007>
- Mihelj, M., Novak, D., Beguš, S. (2014). *Virtual Reality Technology and Applications*. Recuperat de <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6910-6>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1995). *Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum*. Recuperat de <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Moore, M. (2011). *Basics of Game Design*. A K Peters/CRC Press.
- Moran, T. P. (1981). *Guest Editor's Introduction: An Applied Psychology of the User*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/356835.356836>
- Nielsen, J. (1993). *What is usability?* Recuperat de <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-052029-2.50005-x>
- Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Constellation.
- Norman, D. A. (1984). *Stages and levels in human-machine interaction*. Recuperat de [https://doi.org/10.1016/s0020-7373\(84\)80054-1](https://doi.org/10.1016/s0020-7373(84)80054-1)
- Norman, D. A. (1992). *Turn Signals are the Facial Expressions of Automobiles*.

- Oculus. (s. d.). *Introduction to Best Practices*. Recuperat de <https://web.archive.org/web/20171225233258/https://developer.oculus.com/design/latest/concepts/book-bp/>
- Oculus. (s. d.). *Oculus Rift S: Gafas de juegos de realidad virtual para ordenador*. Recuperat de <https://www.oculus.com/rift-s/>
- Pagulayan, R., Keeker, K., Fuller, T., Wixon, D., Romero, R., Gunn, D. (2003). *User-Centered Design in Games*. Recuperat de https://www.researchgate.net/publication/234820600_User-Centered_Design_in_Games
- Peacocke, M. (2015). *Effectively Communicating Critical Status Information in First-Person Shooter Games*. Recuperat de <https://macsphere.mcmaster.ca/handle/11375/18129>
- Peacocke, M., Teather, R. J., Carette, J. (2014). *Diegetic vs. non-diegetic game displays*. Recuperat de <https://doi.org/10.1109/gem.2014.7048111>
- Peacocke, M., Teather, R. J., Carette, J., MacKenzie, I. S. (2015). *Evaluating the effectiveness of HUDs and diegetic ammo displays in first-person shooter games*. <https://doi.org/10.1109/gem.2015.7377211>
- Peacocke, M., Teather, R. J., Carette, J., MacKenzie, I. S., McArthur, V. (2018). *An empirical comparison of first-person shooter information displays: HUDs, diegetic displays, and spatial representations*. Recuperat de <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.01.003>
- Pérez, E. (2019, 21 març). *Las nuevas Oculus Rift S mejoran la tecnología de rastreo y eliminan el lío de cables para ser unas gafas VR más fáciles de utilizar*. Xataka. Recuperat de <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/oculus-rift-s-caracteristicas-precio-ficha-tecnica>
- Pimentel, K., Teixeira, K. (1993). *Virtual reality - through the new looking glass*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/Virtual-reality-through->

[the-new-looking-glass-Pimentel-](#)

[Teixeira/beaa806724f57fc52ca39a6a4cb2ae7ad09628ad](#)

Preece, J., Rogers, Y., Benyon, D., Carey, T., Holland, S., Sharp, H. (1994). *Human-Computer interaction*. Addison Wesley.

Rheingold, H. (1994). *Realidad virtual*. Editorial Gedisa.

Rogers, S. (2010). *Level up!: The Guide to Great Video Game Design*. Wiley.

Salen, K., Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. MIT Press.

Saunders, K. D., Novak, J. (2007). *Game development essentials: Game interface design*. Delmar Thomson Learning.

Schaffer, N. (2007). *Heuristics for Usability in Games*. Recuperat de https://gamesqa.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/03/heuristics_noahschafferwhitepaper.pdf

Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A Book of Lenses*. CRC Press. (2a ed.)

Sherman, W. R., Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: Interface, Application, and Design*. Morgan Kaufmann.

Steam. (s. d.). *Best of Steam - 2020*. Recuperat de <https://store.steampowered.com/sale/BestOf2020?tab=3>

Steam. (s. d.). *Best of Steam - 2021*. Recuperat de <https://store.steampowered.com/sale/BestOf2021?tab=5>

Steam. (s. d.). *Best of Steam - 2022*. Recuperat de <https://store.steampowered.com/sale/BestOf2022?tab=5>

Sturman, D., Zeltzer, D. (1994). *A survey of glove-based input*. Recuperat de <https://doi.org/10.1109/38.250916>

- Sundstrom, M. (2018). *How to Design for Virtual Reality*. Medium. Recuperat de <https://medium.com/backchannel/immersive-design-76499204d5f6>
- Sutherland, I. (1965). *The ultimate display*. Recuperat de <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Ultimate-Display-Sutherland/dce55f83dd425c68e5d1c1714dd0c8bbb43e54d9>
- Sutherland, I. E. (1968). *A head-mounted three dimensional display*. Recuperat de <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>
- Tisserand, D. (2018). *It is all about process*. Recuperat de <https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0003>
- Tran, T., Berg, S. (2021). *User Interfaces and Gaming Performance : How the Type of UI Elements Impact Player Performance in FPS Games*. DIVA. Recuperat de <https://hj.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1583935&dswid=-7228>
- Unity. (2015). *User Interfaces For VR*. Recuperat de <https://web.archive.org/web/20160101132434/http://unity3d.com/pt/learn/tutorials/topics/virtual-reality/user-interfaces-vr>
- Unity Technologies. (s. d.). *Manual - Line Renderer component*. Recuperat de <https://docs.unity3d.com/Manual/class-LineRenderer.html>
- Unity Technologies. (s. d.). *Manual - Tunneling Vignette Controller*. Recuperat de <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.1/manual/tunneling-vignette-controller.html>
- Unity Technologies. (s. d.). *Manual - XR Interaction Toolkit*. Recuperat de <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.1/manual/index.html>
- Unity Technologies. (s. d.). *Unity-Technologies / NavMeshComponents*. Recuperat de <https://github.com/Unity-Technologies/NavMeshComponents>

- Vizm. (2021, 8 juny). *The Walking Dead: Saints & Sinners VR FULL WALKTHROUGH [NO COMMENTARY] 1080P 60FPS* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de https://www.youtube.com/watch?v=r8hbTzWcE_w
- WeiB, Y., Hepperle, D., SieB, A., Wolfel, M. (2018). *What User Interface to Use for Virtual Reality? 2D, 3D or Speech—A User Study*. Recuperat de <https://doi.org/10.1109/cw.2018.00021>
- Wilson, G. (2006). *Off With Their HUDs!: Rethinking the Heads-Up Display in Console Game Design*. Recuperat de https://web.archive.org/web/20080227163608/http://www.gamasutra.com/view/feature/2538/off_with_their_huds_rethinking_.php?page=1
- Wolf, M. J. P., Perron, B. (2023). *The Routledge Companion to Video Game Studies*. Routledge (2a ed.).
- Wolfys Gameplay. (2023, 5 julio). *STALKER IN VR | INTO THE RADIUS | BOTH ENDINGS | FULL GAME | NO COMMENTARY* [Vídeo]. YouTube. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=qI2-sL226PM>
- Zammitto, V. (2008). *VISUALIZATION TECHNIQUES IN VIDEO GAMES*. Recuperat de <https://doi.org/10.14236/ewic/eva2008.30>

8.1. Ludografia

- Aldin Dynamics (2019). *Waltz of the Wizard* (PC) [Videojoc]. Aldin Dynamics.
- Arrowhead Game Studios (2024). *Helldivers 2* (PC) [Videojoc]. PlayStation PC LLC.
- Beat Games (2019). *Beat Saber* (PC) [Videojoc]. Beat Games.
- Blizzard Entertainment (2016). *Overwatch* (PC) [Videojoc]. Blizzard Entertainment.
- CM Games (2020). *Into the Radius VR* (PC) [Videojoc]. CM Games.
- DICE (2008). *Mirror's Edge* (Play Station 3) [Videojoc]. Electronic Arts.
- EA Digital Illusion CE (2002) *Battlefield 1942* [Videojoc]. Electronic Arts.

Free Lives (2019). GORN (PC) [Videojoc]. Devolver Digital.

Guerrilla Games (2009). Killzone 2 (Play Station 3) [Videojoc]. Sony Interactive Entertainment.

Guerrilla Games (2017). Horizon Zero Dawn (Play Station 4) [Videojoc]. Sony Interactive Entertainment, PlayStation PC LLC.

Id Software (1996). Quake (MS-DOS) [Videojoc]. GT Interactive.

Infinity Ward (2009). Call of Duty: Modern Warfare 2 (Play Station 4) [Videojoc]. Activision.

Irrational Games, Virtual Programming (2013). BioShock Infinite (PC) [Videojoc]. 2K Games.

Konami (1987). Contra (Recreativa) [Videojoc]. Konami.

Rec Room (2016). Rec Room (Plataforma) [Videojoc]. Rec Room.

Rust LTD (2016). Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades (PC) [Videojoc]. Rust LTD.

Skydance Interactive (2020). The Walking Dead: Saints & Sinners (PC) [Videojoc]. Skydance Interactive.

Stress Level Zero (2019). Boneworks (PC) [Videojoc]. Stress Level Zero.

Stress Level Zero (2022). Bonelab (PC) [Videojoc]. Stress Level Zero.

Studio Wildcard (2017). ARK: Survival Evolved (PC) [Videojoc]. Studio Wildcard.

Superhot Team (2017). Superhot VR (PC) [Videojoc]. Superhot Team.

Taito Corporation (1978). Space Invaders (Nintendo 64) [Videojoc]. Taito Corporation, Midway Games.

Valve (2007). Portal (PC) [Videojoc]. Valve.

Valve (2020). Half-Life: Alyx (PC) [Videojoc]. Valve.

Valve (2000). Counter Strike (PC) [Videojoc]. Valve.

Valve (2023). Counter Strike 2 (PC) [Videojoc]. Valve.

Valve (2007). Team Fortress 2 (PC) [Videojoc]. Valve.

Vankrupt Games (2017). Pavlov VR (PC) [Videojoc]. Vankrupt Games.

Vertigo Games (2021). After the Fall (PC) [Videojoc]. Vertigo Games.

Vertigo Games, Jaywalkers Interactive (2016). Arizona Sunshine (PC) [Videojoc].
Vertigo Games.

Visceral Games (2008). Dead Space (Play Station 3) [Videojoc]. Electronic Arts.

Ubisoft (2014). Watch Dogs (PC) [Videojoc]. Ubisoft.

9. Annexos

9.1. Qüestionaris

- General
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdY7SMSbZnOIO-MwFkQjWvTwFE5Lqs9T0Sxm3wWYmsmwQt9rw/viewform>
- HUD vida
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScQ0C2pEhATWCXQd1TyeHddY5VcqDqvX9pDeDD0wL9yrTd_Kw/viewform
- HUD municipió
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSehEH9o1xIQygcRx-dD3IMsXmpIX-riyJd1sbZOpS6QIBe9Xg/viewform>
- HUD apuntat
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScM2Y3umr87uL8kDRjLwE4-ntXz9SzLVEkZIVNZb3YLe5BydQ/viewform>
- HUD selecció
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVT8zVa-y65d-RkjrP-g9dZTo4AwjliWHj-ZNP7xUpXxkDDA/viewform>

9.2. Respostes

- Respostes general
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1oPYavmJXeqd8RIwPeXnJNwrPvqtdCPKE_Xly6aOUrLg/edit?usp=sharing
- Respostes HUD vida:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jp51Kvjf4Mcv8MIRuuaXp9prDVMqAq-w6-aFzNXDAgo/edit?usp=sharing>
- Respostes HUD municipió
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1M_BHWAj3Z2q4rRxMbPMmsADzVpPMo4LQBFle0c3m-Pg/edit?usp=sharing

- HUD apuntat
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1qUmW-Wy_Li6W_IWBbIUaZ5OT3jvOY_hhLRcC4LWXpuA/edit?usp=sharing
- HUD selecció
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1aY_Gc580FeDJd3-lxPfv0AQUizFxpFZlqYZ6Rk0uqGc/edit?usp=sharing

9.3. Projecte

- Git: https://github.com/Helnyr/TFG_Darian_Badia
- Carpeta amb build, vídeos de mostra i dades extretes de cada sessió de joc:
https://drive.google.com/drive/folders/1WGRfVG5V2Sm9uSmPWwfrzqJt_IJdnN1A?usp=sharing