



Centres universitaris adscrits a la



Grau en Disseny i Producció de Videojocs

Desenvolupament d'una eina per la implementació d'accessibilitat a Unity

Memòria final

Albert Castaño Bret
Tutor: Jordi Arnal Montoya



Dedicatòria

A la meva mare. Gràcies pel suport incondicional durant tot el procés.

Abstract

This project focuses on the design and development of an asset for Unity that allows the implementation of accessibility options for people with various types of disabilities. Throughout this process, exhaustive research is conducted on the best practices and available technologies, aiming to create a versatile asset that can accommodate a wide range of needs. This work seeks not only to facilitate the implementation of these options for developers but also to promote greater awareness about the importance of accessibility in the video game industry.

Resum

Aquest projecte se centra en el disseny i desenvolupament d'un asset per Unity que permeti implementar opcions d'accessibilitat per persones amb diferents tipus de discapacitats. Al llarg d'aquest procés, es realitza una recerca exhaustiva sobre les millors pràctiques i tecnologies disponibles, amb l'objectiu de crear un asset versàtil que pugui adaptar-se a un ampli ventall de necessitats. Aquest treball busca no només facilitar la implementació d'aquestes opcions als desenvolupadors, sinó també promoure una major conscienciació sobre la importància de l'accessibilitat en la indústria dels videojocs.

Resumen

Este proyecto se enfoca en el diseño y desarrollo de un asset para Unity que permita implementar opciones de accesibilidad para personas con diferentes tipos de discapacidades. A lo largo de este proceso, se lleva a cabo una investigación exhaustiva sobre las mejores prácticas y tecnologías disponibles, con el fin de crear un asset versátil que pueda adaptarse a una amplia gama de necesidades. Este trabajo busca no solo facilitar la implementación de estas opciones a los desarrolladores, sino también promover una mayor concienciación sobre la importancia de la accesibilidad en la industria de los videojuegos.

Taula de continguts

Índex de figures	V
1. Introducció	1
2. Antecedents de la recerca/Referents	3
2.1. Assets existents.....	3
2.1.1. UI Accessibility Pluguin (UAP).....	3
2.1.2. Accessibility: Text Resizing.....	5
2.1.3. Accesible Audio Toolkit.....	6
2.1.4. Practical Game Accessibility: Case study.....	7
2.2. Jocs referents	10
2.2.1. The Last Of Us Part II	10
3. Marc teòric	11
3.1. Què és l'accessibilitat?.....	11
3.2. Història i evolució de l'accessibilitat	13
3.2.1. Introducció	13
3.2.2. Orígens i primers passos.....	13
3.2.3. Models d'accessibilitat	14
3.2.4. Fites en l'accessibilitat de videojocs.....	16
3.2.5. Reptes i progressos actuals.....	16
3.3. Directrius i estàndards d'accessibilitat.....	17
3.3.1. Què és una directriu?.....	17
3.3.2. Què és un estàndard?	17
3.3.3. Principals estàndards.....	18
3.3.4. Directrius específiques dels videojocs	25
3.4. Legislació i normatives	29
3.4.1. Espanya	30
3.4.2. Europa	31

3.5.3. Context internacional	31
3.5. Tecnologies i eines per l'accessibilitat.....	33
3.5.1. Tecnologies d'assistència	33
4. Objectius/Pregunta de Recerca/Hipòtesis.....	39
4.1. Objectius principals.....	39
4.2. Objectius secundaris	39
5. Disseny metodològic i cronograma.....	41
5.1. Metodologia.....	41
5.2. Fases.....	42
5.3. Cronograma	43
6. Desenvolupament.....	45
6.1. Finestres visuals	45
6.1.1. Finestra d'inicialització.....	45
6.1.2. Finestra principal	47
6.1.3. Finestra flotant	49
6.1.4. Finestra de subtítols.....	51
6.1.5. Finestra de notificacions visuals	52
6.1.6. Finestra d'alt contrast.....	54
6.1.7. Finestra de re-assignació de controls	56
6.1.8. Finestra d'AudioManager	58
6.2. API	61
6.2.1. Accessibilitat orientada a les discapacitats auditives	62
6.2.2. Accessibilitat orientada a la discapacitats visuals.....	66
6.2.3. Accessibilitat orientada a la discapacitats motores.....	68
6.2.4. Accessibilitat orientada a múltiples discapacitats.....	70
6.2.5. Persistència de dades.....	72
6.2.6. Creació de la documentació de l'API amb DocFX	74

6.3.	Plantilles.....	75
6.3.1.	Subtítols	75
6.3.2.	Notificacions visuals.....	76
6.3.3.	Alt contrast.....	77
6.3.4.	Re-assignació de controls.....	78
6.3.5.	Audio Manager.....	79
6.4.	Escena de proves.....	80
6.5.	Desenvolupament addicional.....	84
6.5.1.	Shaders d'alt contrast	84
6.5.2.	RebindUI Prefab	86
6.5.3.	Fonts d'àudio 3D.....	86
6.6.	Resultats	87
7.	Conclusions	89
8.	Bibliografia/Referències.....	91

Taula de figures

Il·lustració 1 - Integració de funcionalitats d'accessibilitat a través del plugin UAP. ...	3
Il·lustració 2 - Configuració del "UI Group Root".....	4
Il·lustració 3 - Inspector del plugin Text Resizing	5
Il·lustració 4 - Eina "Bubble" per indicar la direcció del sons.	6
Il·lustració 5 - L'eina "Compass" per indicar la direcció dels sons.	7
Il·lustració 6 - Nivell d'exemple del curs d'accessibilitat de Unity.	8
Il·lustració 7 - Configuració de contrast de The Last Of Us: Part II.....	34
Il·lustració 8 - Opcions de filtres d'Nvidia.....	34
Il·lustració 9 - Subtítols a The Last of Us: Part II	35
Il·lustració 10 - Xbox Adaptive Controller.	36
Il·lustració 11 - Persona amb mobilitat reduïda utilitzant un quadstick.	37
Il·lustració 12 - Dispositiu de seguiment ocular de la marca Tobii.....	37
Il·lustració 13 - Cronograma	43
Il·lustració 14 - Finestra d'inicialització	45
Il·lustració 15 - Editor d'Accessibility Manager	46
Il·lustració 16 - Editor d'Accessibility Manager	47
Il·lustració 17 - Finestra principal.....	47
Il·lustració 18 - Opcions de configuració de subtítols	48
Il·lustració 19 - Opcions de configuració d'alt contrast.....	48
Il·lustració 20 - Opcions de configuració de re-assignació de controls	49
Il·lustració 21 - Opcions de configuració d'AudioManager.....	49
Il·lustració 22 - Finestra de subtítols.....	52
Il·lustració 23 - Finestra de notificacions visuals.....	54
Il·lustració 24 - Finestra d'alt contrast.....	56
Il·lustració 25 - Finestra de re-assignació de controls	58
Il·lustració 26 - Finestra d'AudioManager	60
Il·lustració 27 - Documentació de l'API	74
Il·lustració 28 - Plantilla de subtítols	76
Il·lustració 29 - Plantilla de notificacions visuals.....	77
Il·lustració 30 - Plantilla d'alt contrast	77
Il·lustració 31 - Plantilla de re-assignació de controls.....	78
Il·lustració 32 - Plantilla d'AudioManager.....	79

Il·lustració 33 - Escena de proves – Subtítols.....	80
Il·lustració 34 - Escena de proves - Notificacions visuals	81
Il·lustració 35 - Escena de proves - Notificacions visuals	81
Il·lustració 36 - Escena de proves - Alt contrast	82
Il·lustració 37 - Escena de proves - Menús de configuració	83
Il·lustració 38 - Shader de color.....	84
Il·lustració 39 - Shader de contorn.....	85
Il·lustració 40 - Font d'àudio 3D.....	86

1. Introducció

Fins fa poc temps, els desenvolupadors no han tingut massa en consideració les persones amb algun tipus de discapacitat a l'hora de jugar els seus jocs. Aquest fet ha provocat durant molt de temps que una gran part d'usuaris s'hagi vist exclosa en moltes ocasions de poder gaudir de molts videojocs (Juan Aguado-Delgado, 2018).

No obstant això, avui dia cada cop són més els videojocs que procuren implementar característiques d'accessibilitat per millorar l'experiència d'usuari i que cada cop siguin més els usuaris que puguin jugar. (Michael J. Heron, 2015). L'accessibilitat pels videojocs és quelcom necessari a causa del creixement de la població discapacitada i el desig d'aquests per poder divertir-se també amb els videojocs (Drew McPheron, 2015).

Malgrat això i com es menciona en un primer moment, segueixen sent moltes les empreses i/o els desenvolupadors que decideixen no afegir aquestes característiques als seus jocs. Tot i el fet discriminatori que això suposa, no és considerat en moltes ocasions pels reptes tècnics i de disseny que es presenten a l'hora de voler implementar característiques d'accessibilitat en els seus jocs (Luis Salvador-Ullauri, Ángel Jaramillo-Alcázar, S. Luján-Mora, 2017).

És en aquest punt on s'ha arribat a la conclusió que una molt bona idea per facilitar aquesta tasca als desenvolupadors és la creació d'una eina per Unity que permeti implementar i integrar opcions d'accessibilitat sense grans processos de disseny i/o enginyeria. Unity és la opció ideal per la seva flexibilitat i popularitat. A més a més, la seva botiga d'assets es una plataforma molt activa i al no haver molts assets que ofereixin aquestes funcionalitats, resulta un espai ideal per introduir i posicionar el software que es planteja desenvolupar.

Per altra banda, cal tenir en compte que per poder crear una eina d'aquestes característiques cal treballar sobre un marc de referència ben establert que proporcioni directrius clares i efectives pel disseny i desenvolupament de software accessible. Per aquesta raó, s'ha optat per seguir les "Game Accessibility Guidelines"

i WCAG, dues directrius específiques per fer el contingut digital accessible per totes les persones.

Aquest projecte no pretén tan sols omplir un buit en l'oferta actual d'eines de desenvolupament sinó que també aspira a ser un catalitzador pel canvi, promovent una major consciència i adopció de pràctiques d'accessibilitat a la indústria. En proporcionar una solució pragmàtica i fàcilment integrable a través de l'asset de Unity, s'espera fomentar una cultura d'inclusió que reconegui la diversitat de jugadors i que respecti les seves necessitats.

2. Antecedents de la recerca/Referents

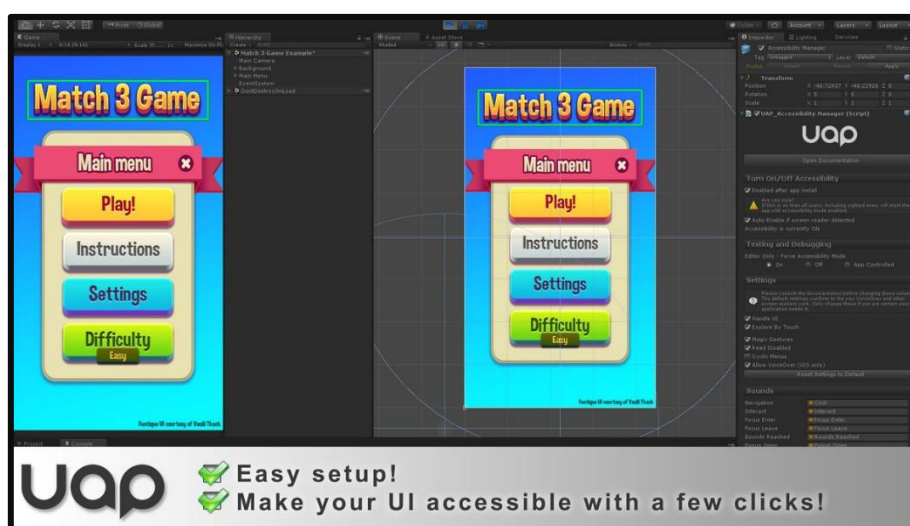
2.1. Assets existents

En primer lloc, cal mencionar les eines que ja existeixen a Unity i que han servit per conèixer algunes de les millors pràctiques a l'hora de desenvolupar funcionalitats d'accessibilitat. Aquestes han ofert una base sobre la qual construir, però és important analitzar el que ofereixen, com s'integren i quines valoracions tenen per poder desxifrar quin valor afegit podem aportar al nostre projecte.

2.1.1. UI Accessibility Pluguin (UAP)

[UI Accessibility Plugin \(UAP\) | GUI Tools | Unity Asset Store](#)

Una eina que permet crear UI amb accessibilitat per persones cegues o amb alguna discapacitat visual en uns simples passos. Només cal afegir un component d'accessibilitat a tots els elements rellevants de UI que hi ha a l'escena. Per altra banda, hi ha un "Accessibility Manager" que s'encarrega de rastrejar i gestionar aquests components. Això permet que la navegació entre aquests components es pugui fer a partir la lectura en veu alta del nom de l'element que es troba seleccionat. També llegeix altres valors com el tipus d'input i les instruccions per poder interactuar correctament.

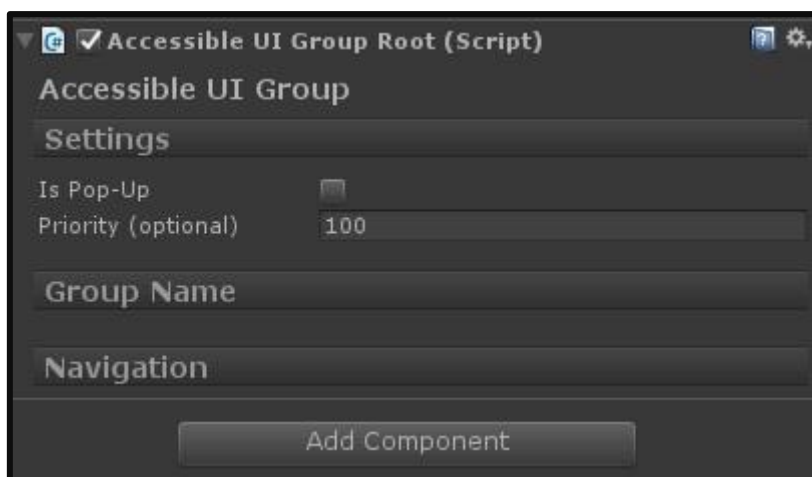


II-lustració 1 - Integració de funcionalitats d'accessibilitat a través del plugin UAP.

Per prevenir interaccions accidentals, s'utilitza un "Screen Blocker" que es posa sobre tots els elements i captura clics i pulsacions. Es pot ajustar el seu color i opacitat i deixarà de funcionar si es desactiva "l'Accssibility Manager" (UAP, s.d.).

Cal remarcar també que l'asset suporta com hem mencionat anteriorment diversos elements així com etiquetes, botons, lliscadors, entre d'altres. També està creada la funcionalitat per poder activar i desactivar l'accessibilitat sense afegir més codi amb l'script Plugin Toggle.

Tots els elements de UI s'agrupen sota un "UI Group Root" per permetre als usuaris navegar ràpidament entre grups d'elements de UI. Els grups s'ordenen per posició i prioritat per una navegació intuïtiva i eficient (UAP, s.d).



II-Iustració 2 - Configuració del "UI Group Root"

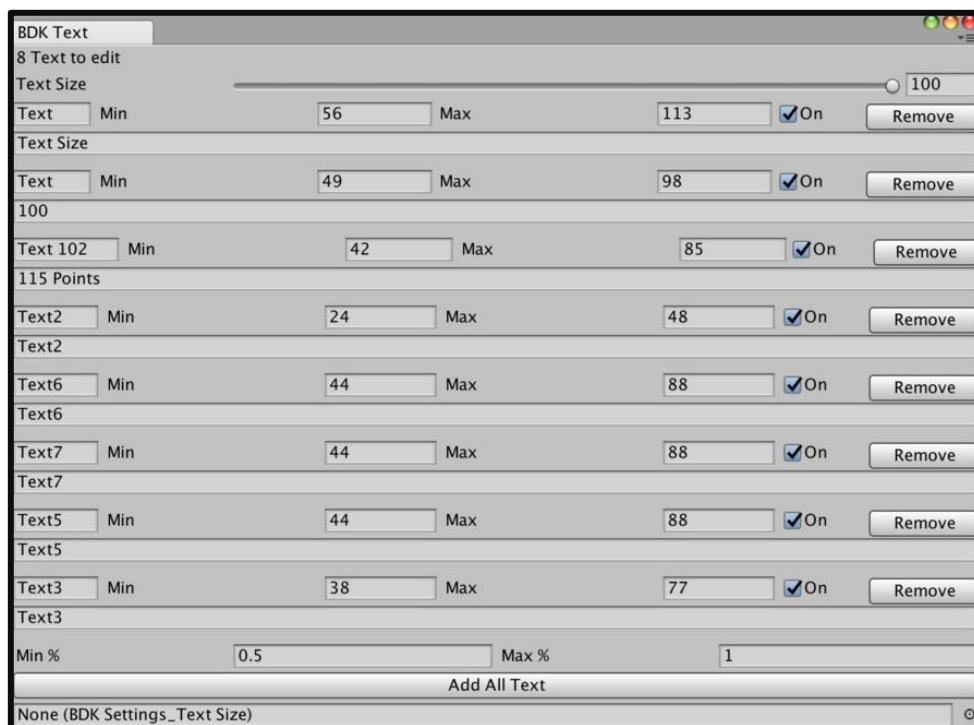
Es pot concloure que UAP és una eina de fàcil ús i molt útil i eficient per tots aquells desenvolupadors que vulguin integrar les mínimes opcions d'accessibilitat per a persones cegues o amb alguna discapacitat visual. No obstant això, s'ha trobat certs aspectes a millorar. El principal problema que s'ha trobat és que les funcions bàsiques són mínimes. Tot i que es permet molta personalització perquè cada desenvolupador pugui afegir les seves funcionalitats, per poder integrar-les caldrà que aquest les dissenyi i les programi. Un exemple és l'absència de l'àudio descripció d'elements no textuals per a persones cegues.

2.1.2. Accessibility: Text Resizing

[Accessibility: Text Resizing | GUI Tools | Unity Asset Store](#)

Una eina molt senzilla que permet canviar la mida dels textos als jugadors per oferir una millor accessibilitat a les persones cegues o amb alguna discapacitat visual. Aquest asset només compta amb quatre scripts:

- **BDKSettings_Manager:** És un gestor central i controla la mida del text a tota l'aplicació. Utilitza preferències guardades per mantenir la consistència entre sessions de joc i administra una llista d'elements de text afectats.
- **BDKSettings_TextPercentValue:** S'encarrega únicament de mostrar el percentatge actual de la mida del text.
- **BDKSettings_TextSize:** S'afegeix a elements de text i s'encarrega d'ajustar la mida dins dels límits definits en el gestor central.
- **BDKTextResizing_EditorWindow:** Proporciona una interfície visual dins de l'editor de Unity, permetent afegir la funcionalitat de canvi de mida del text als elements UI.



II-lustració 3 - Inspector del plugin Text Resizing

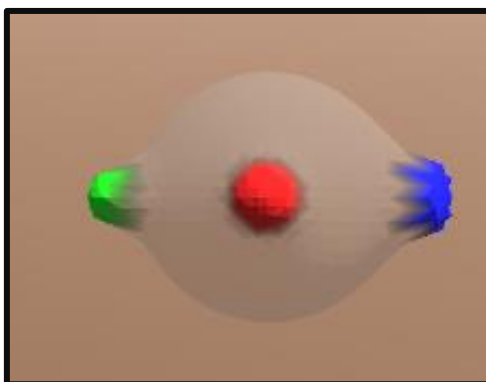
Text Resizing és una opció senzilla i còmode per afegir la funcionalitat del canvi de mida sense haver de programar. És interessant per conèixer com dividir la complexitat per controlar una sola funcionalitat, però més enllà d'això és una eina que no ofereix res més. Es tindrà en compte aquesta funcionalitat pel nostre projecte.

2.1.3. Accesible Audio Toolkit

[Accesible Audio Toolkit | Add-Ons | Unity Asset Store](#)

Una eina que ofereix la visualització de la direcció del so i una major configuració pels subtítols. És un asset molt interessant a analitzar, ja que a diferència dels altres assets aborda la discapacitat auditiva i proporciona solucions visuals úniques per representar la informació auditiva.

AAT disposa de dues eines úniques per millorar l'accessibilitat auditiva. En primer lloc, està la funció "Bubble" que esdevé una eina visual en forma d'esfera que envolta al jugador o a un punt concret a l'escena. Gràcies a aquesta bombolla, els jugadors amb discapacitats auditives tenen una representació visual d'on provenen els sons en el joc. Els sons es representen com àrees en l'esfera i s'il·luminen amb un color o un altre segons l'element que emeti el so. El punt fort d'aquesta funcionalitat és que també mostra la proximitat del so canviant les altures de les àrees pintades. Com més a prop es trobi el jugador d'un so, més punxeguda es trobarà aquella àrea de l'esfera. Aquesta funcionalitat és clau perquè no tan sols indica d'on venen els sons sinó a quina distància es troben, fet que facilita en gran manera l'orientació pels jugadors.



Il·lustració 4 - Eina "Bubble" per indicar la direcció del sons.

L'altra eina que forma part de l'asset és la funció "Compass". Aquesta brúixola indica als jugadors la direcció de les fonts de so en relació amb la seva orientació. Sembla

que no sigui una eina valuosa, però és beneficiosa tenir-la també en compte perquè mostra les direccions del so en un eix de dues dimensions. Aquesta eina ens ajuda a evitar la confusió, ja que amb l'esfera al tenir en compte les tres dimensions, alguns jugadors es poden confondre en certs punts per la posició de la càmera o del jugador.



II-lustració 5 - L'eina "Compass" per indicar la direcció dels sons.

Les dues funcionalitats es poden configurar amb el gestor central "AATManager". Aquest ens permet canviar moltes variables i personalitzar al gust del desenvolupador les dues eines. Aquest script també s'encarrega de definir les etiquetes d'àudio personalitzades amb un nom i color per cada tipus d'àudio.

2.1.4. Practical Game Accessibility: Case study

[Practical Game Accessibility: Case study | Tutorial Projects | Unity Asset Store](#)

L'últim asset a destacar no és una eina que ajudi a implementar funcionalitats d'accessibilitat, sinó que es tracta d'un cas d'estudi per mostrar les bones pràctiques que presenta un disseny de joc que prioritza l'accessibilitat. És un cas interessant d'estudiar perquè està creat per la mateixa empresa de Unity en forma de curs pràctic i es basa en estàndards internacionals ja establerts.

En el curs s'ensenyen tots els passos a seguir per dissenyar i desenvolupar un videojoc que tingui en compte l'accessibilitat pels seus usuaris. A la primera fase, es defineixen conceptes importants com el disseny inclusiu i l'accessibilitat digital. A més a més, s'explica que són els estàndards d'accessibilitat i les diferents guies d'accessibilitat que ajuden a implementar aquests estàndards.

A la segona fase d'aquest curs, s'ensenya al desenvolupador a com dur a terme la fase de preproducció. Aquesta fase no destaca gaire pels conceptes d'accessibilitat,

més enllà dels passos de selecció de jugadors objectius i de l'avaluació d'accessibilitat de cada mesura d'accessibilitat del joc. En el primer pas, es crearà en un document diferents tipus de perfil d'usuari. Això permet conèixer casos específics d'usuari per posteriorment posar-los en pràctica i valorar si el joc contempla i implementa correctament l'accessibilitat per tots els casos.

L'última fase és la fase de disseny i desenvolupament. És la fase més important perquè es posen en pràctica els coneixements compresos en les anteriors fases. Durant aquesta fase, s'integren i es mostren multitud d'opcions per ajudar als usuaris amb ceguera o dificultat visual. A part de les ja conegudes, algunes de les opcions a tenir en compte són la possibilitat d'escalar la UI, el destacament d'objectes interactius i el "input mapping".



Il·lustració 6 - Nivell d'exemple del curs d'accessibilitat de Unity.

Però és interessant perquè els desenvolupadors en crear un perfil d'exemple d'una persona amb dislèxia, també integren opcions per aquesta condició com és el canvi de font. És aquí on es veu com és d'important és la segona fase a l'hora d'estudiar com el joc pot implementar les opcions perquè aquest tipus d'usuari pugui jugar sense dificultats.

Aquest cas d'estudi ha servit per conèixer i entendre en profunditat les estratègies més importants i eficients a l'hora de dissenyar i desenvolupar un joc que incorpori accessibilitat. Malgrat això, l'equip de Unity assenyala que és el primer cop que l'equip

posa en pràctica aquestes estratègies i remarquen que poden haver errat en part de la seva metodologia. I és cert que és un exemple molt útil per entendre els passos a seguir, però aquests també poden augmentar el temps i els recursos de la producció de manera ineficient. D'igual manera la corba d'aprenentatge per desenvolupadors júnior no és realment senzilla a causa de la complexitat que suposa integrar l'accessibilitat en tots els aspectes del joc, especialment si el joc es troba en una fase avançada.

2.2. Jocs referents

2.2.1. The Last Of Us Part II

La segona part de la famosa saga The Last Of Us és la principal culpable d'inspirar aquest projecte. Si no fos per aquesta entrega, és molt possible que no existís aquest treball. I és que el joc de Naughty Dog s'ha convertit en un dels principals referents en matèria d'accessibilitat en videojocs. Gràcies a les seves extenses opcions d'accessibilitat, The Last Of Us Part II aconsegueix millorar l'experiència per a molts jugadors i crear un precedent molt gran perquè d'altres estudis segueixin els seus passos en el futur.

A continuació, se citaran algunes de les funcionalitats més rellevants que formen part de l'entrega de l'empresa californiana.

- **Subtítols i àudio.** Permeten personalitzar mida, fons, si es mostren els noms, colors i direccions dels subtítols per millorar la llegibilitat dels subtítols.
- **Controls alternatius.** Inclouen configuracions de sensibilitat i la possibilitat de personalitzar els controls. Permet que jugadors amb diverses capacitats físiques puguin gaudir de l'experiència amb la major comoditat possible.
- **Ajudes visuals i d'augment.** Permet modificar l'escala del HUD, color i visibilitat per adaptar-se a la visió del jugador.
- **Mareig.** Ofereix configuracions per la intensitat de l'agitació de la càmera, el desenfocament per moviment, entre d'altres. És realment beneficiós per prevenir marejos i evitar la fatiga visual.
- **Navegació i travessia.** Facilita l'orientació i el moviment en el joc amb opcions com l'assistència de navegació o les notificacions emergents per evitar caigudes. Aquestes ajudes són realment útils pels jugadors amb alguna discapacitat visual o motora.
- **Text a veu i pistes d'àudio.** Introdueix narració de textos i notificacions auditives per jugadors amb discapacitat visual.
- **Accessibilitat de combat.** Inclou opcions específiques per ajustar la dificultat del combat. Es pot canviar des de la precisió dels enemics fins a la reducció de la visibilitat a l'estar ajupit.

3. Marc teòric

3.1. Què és l'accessibilitat?

El terme "accessibilitat" pot tenir múltiples interpretacions en funció del context i definir-lo de manera concreta pot resultar un repte a causa de la varietat de necessitats que comprèn. Una de les definicions més reconegudes diu que l'accessibilitat consisteix a dissenyar productes de manera que les tecnologies d'assistència puguin interactuar amb la interfície del joc i adaptar els paràmetres d'ús a les necessitats de les persones amb discapacitats (R. Ossmann, 2006). Això implica dissenyar jocs que puguin ser personalitzats o que siguin compatibles amb eines especials que ajudin als jugadors amb discapacitats a tenir una experiència de joc més completa.

Tanmateix, aprofundint en aquesta noció, l'accessibilitat no tracta només de fer jocs "jugables" per persones amb discapacitats, sinó de comprendre i desglossar les barreres específiques que enfronten diferents individus. En aquesta línia, es reconeix que l'accessibilitat dels jocs necessita millores, amb estratègies proposades per superar les barreres que afronten els jugadors amb diversitat funcional i millorar l'accessibilitat universal als videojocs (C. M. Hevia, 2011). Això subratlla la necessitat d'un enfocament més profund i integral en la creació de videojocs que sigui inclusiu i accessible per a tothom. I és que aquestes barreres poden ser físiques, cognitives, sensorials o inclús culturals i socioeconòmiques.

Tot i la dificultat al trobar una definició que englobi completament totes les dimensions de l'accessibilitat, generalment s'accepta que aquesta es refereix a l'eliminació o reducció de barreres que impedeixen que les persones amb una àmplia gamma de capacitats gaudeixin plenament dels videojocs. Aquest enfocament inclusiu no només beneficia a individus amb discapacitats permanents, sinó que també pot millorar l'experiència de joc per a la població general.

Entenent tot això, és significatiu tenir en compte la importància de l'accessibilitat en els videojocs. No tan sols es tracta d'una responsabilitat ètica cap a una inclusió més àmplia, sinó també representa una oportunitat perquè la indústria s'expandeixi i evolucioni cap a un mercat més divers i ric. Desenvolupar jocs accessibles suposa obrir les portes a una base d'usuaris més àmplia, millorant l'experiència per tots i

fomentant la innovació en el disseny i el desenvolupament de jocs. A més a més, l'accessibilitat reflecteix una consciència social i cultural que s'integra molt bé amb els valors moderns de diversitat i inclusió.

No obstant això, s'entén també que l'accessibilitat no és un destí fix únic. En crear experiències complexes com els jocs, no sempre és possible satisfer completament cada necessitat d'un jugador potencial, inclús si s'ofereix als jugadors tantes opcions com sigui possible (Unity, 2022).

En reconeixement de què l'accessibilitat és un objectiu amb múltiples capes i reptes inherents, és imperatiu que la indústria dels videojocs persisteixi en els seus esforços, tot admetent que la perfecció pot ser inabastable. Tanmateix, aquesta afirmació no ha de servir d'excusa per a la inacció, sinó que més aviat un impuls per a la innovació constant i l'esforç per oferir la millor experiència possible dins de les limitacions existents. L'objectiu és fomentar un ambient on l'exclusivitat sigui una prioritat constant, encara que sempre hi hagi més camí a recórrer.

3.2. Història i evolució de l'accessibilitat

3.2.1. Introducció

L'accessibilitat ha evolucionat significativament al llarg del temps, passant de ser una preocupació principalment arquitectònica i urbana a un concepte integral que engloba la inclusió en totes les esferes de la vida quotidiana, incloent-hi la tecnologia i els videojocs (Gonzalo Arjona, 2014). Aquesta expansió reflecteix un canvi profund en la percepció social i legislativa, on l'accessibilitat ha passat de ser una consideració opcional a una necessitat imperativa per a la igualtat d'oportunitats. La societat moderna reconeix ara que l'accessibilitat no només beneficia a les persones amb discapacitats, sinó que millora la qualitat de vida de tots els ciutadans, promovent entorns més inclusius i innovadors.

3.2.2. Orígens i primers passos

La preocupació per l'accessibilitat es pot rastrejar fins als moviments socials relacionats amb la discapacitat durant el segle XX. Inicialment, la discussió sobre l'accessibilitat se centrava en com millorar la vida de les persones amb discapacitats físiques, principalment a través de l'eliminació de barreres arquitectòniques en espais públics i privats (Cristina Rodríguez-Porrero, 2014).

No obstant això, no va ser fins a les últimes dècades d'aquest segle que l'accessibilitat va començar a ser reconeguda més àmpliament com un aspecte essencial en el disseny de productes i entorns. La democratització d'Espanya i l'entrada a la Comunitat Econòmica Europea van impulsar una major atenció als drets de les persones amb discapacitat, incloent-hi el seu dret a accedir a entorns, productes i serveis en igualtat de condicions.

Durant els anys 70 i 80, Espanya va començar a adoptar les seves primeres lleis i normatives específiques en matèria d'accessibilitat, influïdes en part per moviments internacionals i canvis en la percepció social sobre la discapacitat. Una fita important va ser la Llei 13/1982, coneguda com a LISMI (Llei d'Integració Social dels Minusvàlids), que va establir un marc legal per a l'eliminació de barreres i va promoure la igualtat d'oportunitats.

L'activisme de les organitzacions de persones amb discapacitat i les seves famílies va jugar un paper crucial en aquest període, defensant un canvi en les polítiques públiques i una major consciència social. Els seus esforços van ajudar a establir les bases per a una societat més inclusiva i van portar a la creació d'infraestructures i serveis més accessibles.

Durant aquests anys, també es va començar a reconèixer la importància de l'accessibilitat cognitiva i sensorial, expandint el concepte més enllà de la mera accessibilitat física. Això va portar a la consideració de necessitats més àmplies, com les relacionades amb la discapacitat visual i auditiva, i la importància de l'accessibilitat en la comunicació, el transport i la tecnologia.

A mesura que avançava el temps, la legislació i les normatives van continuar evolucionant, integrant cada vegada més aspectes de l'accessibilitat i defensant un enfocament de disseny universal. Això va assentar les bases per als desenvolupaments posteriors en accessibilitat, incloent-hi la seva aplicació en l'àmbit dels videojocs i altres tecnologies emergents.

Al final del segle XX i principis del XXI, l'accessibilitat es va convertir en un tema d'interès generalitzat, reflectint un canvi significatiu en l'actitud de la societat i en les polítiques governamentals, i reconeixent la diversitat de la població i la necessitat d'entorns inclusius i productes accessibles per a tothom.

3.2.3. Models d'accessibilitat

Al llarg de la història, la comprensió i l'enfocament cap a la discapacitat i l'accessibilitat han evolucionat significativament, reflectits en diversos models teòrics. Aquests models han influït en com la societat, incloent-hi a Espanya, ha abordat la inclusió i l'eliminació de barreres per a les persones amb discapacitats.

Model Mèdic

Inicialment, el model mèdic prevalia, considerant la discapacitat com un problema individual que necessitava ser curat o arreglat (Gonzalo Arjona, 2014). Segons aquest enfocament, la responsabilitat de l'adaptació requeia en la persona amb discapacitat. A Espanya, aquest model va estar molt present en les primeres polítiques i actituds

cap a la discapacitat, centrant-se en tractaments mèdics i rehabilitació, més que en canviar l'entorn o la societat per ser més inclusius.

Model Social

No obstant això, el model social va emergir com una resposta al model mèdic, posant èmfasi en com les barreres socials i ambientals són les que realment incapaciten a les persones (Gonzalo Arjona, 2014). Aquest model argumenta que la societat ha d'adaptar-se i eliminar les barreres per permetre a les persones amb discapacitats participar plenament en tots els aspectes de la vida (Gonzalo Arjona, 2014). A Espanya, aquest canvi de paradigma va començar a influir en les legislacions i polítiques a finals del segle XX, promovent la igualtat d'oportunitats i l'accés universal.

Disseny Universal

El concepte de disseny universal o disseny per a tots és una manifestació pràctica del model social, defensant la creació de productes, entorns i sistemes que siguin accessibles i utilitzables per tots, en la mesura més gran possible, sense necessitat d'adaptació o disseny especialitzat. Aquest enfocament ha guanyat prominència a Espanya, especialment en l'àmbit de l'arquitectura, l'urbanisme i, més recentment, la tecnologia i els videojocs, reflectint un compromís amb la inclusió des de l'etapa de disseny.

Model Biopsicosocial

Amb la introducció de la Classificació Internacional del Funcionament, de la Discapacitat i de la Salut (CIF) per l'Organització Mundial de la Salut, el model biopsicosocial ofereix una visió més integradora, considerant la interacció entre els factors biològics, individuals i socials en l'experiència de la discapacitat. Aquest model ha estat influent en com s'aborda la discapacitat en polítiques i pràctiques actuals, promovent un enfocament més holístic i polifacètic.

3.2.4. Fites en l'accessibilitat de videojocs

L'accessibilitat en els videojocs ha passat de ser una consideració secundària a un aspecte central en el disseny i desenvolupament de jocs. Inicialment, els esforços eren esporàdics i sovint impulsats per desenvolupadors individuals o petits grups amb una consciència personal o connexió amb la discapacitat. No obstant això, amb la creixent consciència sobre la importància de la inclusió i el potencial de mercat que representen les persones amb discapacitat, la indústria del videojoc ha començat a adoptar un enfocament més sistemàtic i proactiu cap a l'accessibilitat. Algunes de les fites més significatives són les següents:

- **Introducció de Configuracions d'Accessibilitat Específiques:** Els jocs moderns sovint inclouen opcions per a ajustar l'experiència de joc a les necessitats individuals, com a subtítols, configuracions de contrast alt, modes de control alternatius i configuracions d'àudio descriptiu.
- **Desenvolupament de Controladors Adaptatius:** Empreses i organitzacions han dissenyat controladors i dispositius que permeten als jugadors amb diverses capacitats físiques gaudir dels videojocs, com el Xbox Adaptive Controller.
- **Normatives i Directrius:** L'aparició de directrius i estàndards per a l'accessibilitat en videojocs ha ajudat els desenvolupadors a entendre millor com fer els seus jocs més accessibles.
- **Reconeixement i Premis:** La inclusió de categories d'accessibilitat en premis de la indústria del videojoc reconeix i fomenta els esforços dels desenvolupadors per a crear jocs més accessibles.

3.2.5. Reptes i progressos actuals

Malgrat els avenços, l'accessibilitat continua enfrontant reptes continus. Alguns d'aquests són la necessitat d'una major consciència i educació, així com reptes tècnics i creatius en el disseny de jocs a l'hora d'intentar ser plenament inclusiu. Malgrat això, el progrés és evident a través de l'augment de jocs amb àmplies opcions d'accessibilitat, el compromís de les principals empreses de videojocs amb l'accessibilitat i l'augment del diàleg i col·laboració amb la indústria.

3.3. Directrius i estàndards d'accessibilitat

3.3.1. Què és una directriu?

Com es veu reflectit en el diccionari de la "Real Academia Española", una directriu és una instrucció o norma que ha de seguir-se en l'execució de quelcom (Real Academia Española, s.d.). En el context de l'accessibilitat, les directrius es refereixen al coneixement del disseny consolidat, com recomanacions generals, principis de bona pràctica, heurístiques basades en l'experiència o regles "beneïdes", per construir software interactiu per a persones amb diverses necessitats i capacitats (D. Akoumianakis, 1999).

Les directrius d'accessibilitat solen ser creades per desenvolupadors amb experiència dissenyant tecnologia accessible i usuaris amb alguna discapacitat que s'encarreguen de garantir la validesa des d'una perspectiva de l'usuari final (Justin Brown, 2015). Aquests professionals pretenen proporcionar un marc o guia perquè els dissenyadors i desenvolupadors creïn productes, serveis, o entorns que siguin més inclusius i accessibles.

Les directrius no són lleis o estàndards obligatoris, sinó més aviat recomanacions basades en les millors pràctiques i la investigació actual. Tot i que seguir aquestes directrius no és legalment obligatori, moltes es consideren pràctiques ideals i són àmpliament respectades i seguides dins de les comunitats rellevants. Cal mencionar que les directrius ofereixen molta més flexibilitat durant la **implementació**.

3.3.2. Què és un estàndard?

La definició d'estàndard diu que aquest serveix com a tipus, model, norma, patró o referència (Real Academia Española, s.d.). En aquest context, un estàndard esdevé una guia o conjunt de criteris específics per assegurar un cert nivell de qualitat. De la mateixa manera que les directrius, els estàndards busquen garantir que les experiències siguin utilitzables i accessibles per persones amb diverses habilitats i necessitats, però són utilitzats quan és necessari assegurar un nivell consistent i verificable de qualitat.

Els estàndards poden ser tant obligatoris com voluntaris. Els primers són sovint adoptats per entitats reguladores. Els estàndards voluntaris són adoptats per elecció, però solen ser molt reconeguts i seguits per molts professionals de l'àmbit en el qual es troben.

3.3.3. Principals estàndards

Tot i que encara no hi ha estàndards oficials en l'àmbit global de la indústria dels videojocs, hi ha un moviment significatiu en aquesta direcció, especialment a mesura que estudis de videojocs AAA prioritzen de manera més consistent l'accessibilitat en els seus jocs (Unity, 2022).

No obstant això, sí que s'ha donat el cas en què algunes botigues creïn les etiquetes d'accessibilitat per tots aquells jocs que compleixin uns estàndards específics (Unity, 2022). Dos d'exemples d'això són les botigues Microsoft Store i Playstation Store.

Les regles que s'han de complir per publicar un joc amb aquesta etiqueta per la botiga de Sony no són públiques. Ara bé, sí que es poden conèixer les normes per publicar un joc amb l'etiqueta d'accessibilitat a la Microsoft Store. L'estàndard de Xbox Games és el següent:

- **Gameplay:** Accessibilitat en el llançament, dificultat ajustable, "tutorials" pel nucli del joc, aturable i opcions de guardat de progrés.
- **Audio:** Controls de volum personalitzats, menús de joc amb narració i àudio espacial.
- **Visual:** Mida de text ajustable, opcions de color, càmera estable, opcions de subtítols i opcions de contrast de text.
- **Input:** Sensibilitat d'"input" ajustable, suport complet de teclat, "input remapping", no haver de mantenir pressionat cap botó, no "quick-time events", el joc s'ha de poder jugar amb un sol "stick" i comunicacions de text a veu o de veu a text.

WCAG (Web Content Accessibility Guidelines)

I sense comptar amb les opcions de Microsoft i Playstation, existeix un referent prou important com són les WCAG (Web Content Accessibility Guidelines). Aquestes són unes directrius desenvolupades a través del World Wide Web Consortium (W3C) en cooperació amb individus i organitzacions de tot el món, amb l'objectiu de proveir un sol i compartit estàndard perquè l'accessibilitat del contingut web satisfaci les necessitats d'individus, organitzacions i governs a nivell internacional (W3C, s. d.).

Existeixen diferents versions d'aquestes guies on l'última publicada es construeix sobre la darrera. D'aquesta manera, per cada nova versió s'estenen i es refinen les directrius basades en els avenços tecnològics, els suggeriments de la comunitat i les necessitats emergents. A continuació, es descriurà cadascuna d'aquestes versions.

WCAG 1.0

Van ser llançades el 5 de maig de 1999 i es van convertir en les primeres directrius a establir-se com un estàndard global per l'accessibilitat web. El principal objectiu en publicar aquestes directrius era promocionar l'accessibilitat (W3C, 1999). Malgrat això, a aquesta meta la seguien el fet de poder fer el contingut web accessible per les persones amb discapacitats independentment del "user-agent" que utilitzessin (W3C, 1999).

Les WCAG van proporcionar 14 pautes generals per establir un marc per millorar l'accessibilitat web. Cadascuna d'aquestes pautes estava destinada a tractar problemes comuns relacionats amb l'accessibilitat i disposava de tècniques específiques i exemples per implementar-les. Aquestes pautes eren les següents:

- **Proporcionar alternatives equivalents al contingut dinàmic.** Proporciona contingut que, quan es presenta a l'usuari, transmeti essencialment la mateixa funció o propòsit que el contingut auditiu o visual (W3C, 1999).
- **No basar-se només en el color.** Comprovar que la informació amb color també estigui disponible sense color (W3C, 1999)
- **Utilitzar marcatge i fulles d'estil correctament.** Utilitzar HTML i CSS segons les recomanacions i separar estructura de presentació.

- **Clarificar l'ús del llenguatge natural.** Utilitzar marcatge que faciliti la pronunciació o interpretació de text abreuiat o en idioma estranger (W3C, 1999). Cal assenyalar els canvis en l'idioma natural per millorar l'accessibilitat i comprensió en tecnologies assistides i usuaris multilingües.
- **Crear taules que es transformin amb gràcia.** Garantir que les taules tinguin marcatge adequat per ser transformades per navegadors accessibles i altres "user-agents" (W3C, 1999).
- **Garantir que les pàgines amb noves tecnologies es transformin amb gràcia.** Garantir que el contingut sigui sempre accessible inclús si s'integren noves tecnologies que no estan suportades o estan desactivades (W3C, 1999)
- **Garantir el control de l'usuari dels canvis en el contingut sensible al temps.** Donar als usuaris la capacitat de controlar el contingut que es mogui, parpellegi, es desplaci o s'actualitzi automàticament.
- **Garantir l'accessibilitat directa de les interfícies d'usuari incrustades.** Garantir que la interfície d'usuari segueixi els principis de disseny accessible: accés independent del dispositiu a la funcionalitat, operativitat amb el teclat, entre d'altres (W3C, 1999).
- **Dissenyar a partir de la independència amb el dispositiu.** Facilitar la interacció a través de diferents dispositius i mètodes d'entrada (W3C, 1999)
- **Utilitzar solucions provisionals.** Per garantir que les tecnologies assistides i els navegadors antics operin correctament (W3C, 1999).
- **Utilitzar tecnologies i guies de W3C.** Es recomanava utilitzar una llista de tecnologies i evitar d'altres obsoletes. A la llista de referència apareixen CSS1, CSS2, DOM1, HTML40, HTML32, MATHML, PNG, RDF, RFC2068, SMIL, TECHNIQUES, WAI-AUTOOLS, WAI-UA-SUPPORT, WAI-USERAGENT, WCAG-ICONS, UWSWAG, XML.
- **Proveir informació de context i orientació.** Agrupar elements i proporcionar informació contextual sobre les relacions entre els elements pot ser útil per tots els usuaris (W3C, 1999). Les relacions complexes entre les parts d'una pàgina poden ser difícils d'interpretar per persones amb discapacitats cognitives i persones amb discapacitats visuals (W3C, 1999).

- **Proveir mecanismes de navegació clara.** Proveir aquests mecanismes augmenta la probabilitat de què una persona trobi el que busca en una web (W3C, 1999).
- **Garantir que els documents siguin clars i simples.** Utilitzar un llenguatge clar i senzill promou una comunicació efectiva (W3C, 1999). L'accés a la informació escrita pot ser difícil per les persones que tenen discapacitats cognitives o d'aprenentatge (W3C, 1999). L'ús d'un llenguatge clar i senzill també beneficia a les persones el qual el seu primer idioma és diferent del teu, incloent-hi aquelles persones que es comuniquen principalment amb llengua de signes (W3C, 1999).

Les WCAG van ser molt significatives en el seu moment perquè van aconseguir establir un marc de referència clar i van ajudar a sensibilitzar sobre la importància de l'accessibilitat web. A més van ser adoptades i utilitzades per organitzacions, governs i empreses de tot el món com la base per construir web més inclusives.

WCAG 2.0

Llençada l'11 de desembre de l'any 2008 amb l'objectiu d'oferir una ampla de recomanacions per fer el contingut web més accessible. Aquestes directrius aconseguirien fer el contingut més accessible per molta més gent amb discapacitats, incloent-hi ceguera o baixa visió, sordesa o pèrdua d'oïda, discapacitat d'aprenentatge, limitacions cognitives, moviment limitat, discapacitats de la parla, fotosensibilitat i les combinacions de totes aquestes (W3C, 2008).

A diferència de la primera versió, WCAG 2.0 s'organitza al voltant de quatre principis fonamentals. Cada principi està compost per una sèrie de directrius on cadascuna té uns criteris d'èxit específics, fet que facilita la validació i el compliment d'aquestes. A més a més, la documentació mostra les tècniques específiques per aconseguir validar cada criteri. Quelcom que també canvia respecte de l'anterior versió és que, amb el fi de satisfer les necessitats de diferents grups i situacions, cada directriu té un valor de conformitat específic: A (més baix), AA i AAA (més alt) (W3C, 2008).

- **Perceptible.** La informació i la interfície d'usuari han de ser presentables als usuaris de manera que les puguin percebre (W3C, 2008).
 - Proporcionar alternatives de text per qualsevol contingut no textual perquè pugui ser convertit a altres formes que les persones necessiten, com impressió gran, braille, parla, símbols o llenguatge (W3C, 2008).
 - Medis basats en el temps: Proporcionar alternatives per als mitjans basats en el temps (W3CC, 2008)
 - Adaptable. Crear contingut que pugui presentar-se de diferents maneres (W3C, 2008).
 - Distingible. Facilitar als usuaris veure i escoltar el contingut, incloent-hi separar el primer pla del fons (W3C, 2008).
- **Operable.** Els components de la interfície d'usuari i la navegació han de ser operables.
 - Teclat accessible. Totes les funcionalitats han de poder ser operades des del teclat.
 - Temps suficient. Proveir als usuaris temps suficient per llegir i utilitzar el contingut (W3C, 2008).
 - Convulsions. No dissenyar el contingut d'una manera coneguda que pot causar convulsions (W3C, 2008).
 - Navegable. Proveir maneres d'ajudar als usuaris a navegar, trobar contingut i determinar on son (W3C, 2008).
- **Comprensible.** La informació i la usabilitat de la interfície d'usuari han de ser comprensibles.
 - Llegible. Fer el contingut del text llegible i comprensible (W3C, 2008).
 - Fer que les pàgines web apareguin i operin de formes previsibles (W3C, 2008).
 - Input Assistance: Ajudar als usuaris a evitar i corregir errors (W3C, 2008).
- **Robust.** El contingut ha de ser suficientment sòlid com perquè pugui ser interpretat de manera fiable per una àmplia varietat de "user-agents", incloent tecnologies assistides (W3C, 2008).
 - Compatible. Maximitzar la compatibilitat amb els actuals i futurs "user-agents", incloent les tecnologies assistides (W3C, 2008).

Com es pot veure, la versió 2.0 de les WCAG ofereix una estructura més clara i coherent i facilita la seva comprensió i aplicació. Un altre fet en el qual innova la segona versió és que va ser dissenyada per ser aplicable a diferents tecnologies i per ser més atemporal. Mentre que la versió 1.0 s'enfocava en solucions més tècniques i específiques, la versió 2.0 se centra en l'impacte real en els usuaris. I avui dia, tot i haver estat actualitzada en diverses ocasions, continua sent la versió estàndard internacional per tot l'àmbit del contingut web.

WCAG 2.1

La següent versió de les WCAG esdevé una versió actualitzada de la 2.0. L'enfocament conceptualitzat l'any 2008 ha servit per poder continuar dissenyant directrius sobre els quatre principis bàsics. Malgrat això, aquesta versió ha intentat millorar en certs àmbits a l'anterior. La versió 2.1 va ser creada amb l'objectiu de millorar les directrius d'accessibilitat per tres majors grups principals: usuaris amb discapacitats cognitives o d'aprenentatge, usuaris amb visió reduïda i usuaris amb discapacitats en dispositius mòbils (W3C, 2018). Els nous criteris d'èxit per abastir aquestes necessitats són els següents:

- 1.3.4 Orientació (AA).
- 1.3.5 Identificar propòsit d'entrada (AA).
- 1.3.6 Identificar propòsit (AAA).
- 1.4.10 Reflux (AA).
- 1.4.11 Contrast de no-text (AA).
- 1.4.12 Espaiat de text (AA).
- 1.4.13 Contingut en "hover" o "focus" (AA).
- 2.1.3 Dreceres de teclat de caràcters (A).
- 2.2.6 Temps d'espera (AAA).
- 2.3.3 Animacions d'interaccions (AAA).
- 2.5.1 Gestos de punter (A).
- 2.5.2 Cancel·lació de punter (A).
- 2.5.3 Etiqueta en el nom (A).
- 2.5.4 Actuació per moviment (A).

- 2.5.5 Mida de l'objectiu (AAA).
- 2.5.6 Mecanismes d'entrada concurrents (AAA).
- 4.1.3 Missatges d'estat (AA).

WCAG 2.2

El 5 d'octubre de l'any 2023 les WCAG van rebre una nova actualització i es va publicar la versió 2.2. Aquesta versió va ser creada amb l'objectiu de continuar el treball de les WCAG 2.1: millorar les directrius d'accessibilitat per tres grups principals: usuaris amb discapacitats cognitives o d'aprenentatge, usuaris amb visió reduïda i usuaris amb discapacitat en dispositius mòbils (W3C, 2023). Els nous criteris són els següents:

- 2.4.11 Enfocament no obscurit (Mínim) (AA).
- 2.4.12 Enfocament no obscurit (Millorat) (AAA).
- 2.4.13 Aparença d'enfocament (AAA).
- 2.5.7 Moviments d'arrossegament (AA).
- 2.5.8 Mida de l'objectiu (Mínim) (AA).
- 3.2.6 Ajudat consistent (A).
- 3.3.7 Entrada redundant (A).
- 3.3.8 Autenticació Accessible (Mínim) (AA).
- 3.3.9 Autenticació Accessible (Millorat) (AAA).

Aplicació de les WCAG als videojocs

Les WCAG se centren en proporcionar un accés més ampli al contingut web per a les persones amb discapacitats, però els seus principis i mètodes poden ser extrapolats i aplicats al disseny i desenvolupament de videojocs:

- **Gameplay:** Les recomanacions de les WCAG sobre respostes clares i l'ús de controls i entrades flexibles poden ser aplicades per crear experiències de joc que s'adaptin a les necessitats dels jugadors amb diferents capacitats.
- **Audio:** Els estàndards de WCAG sobre subtítols per a contingut d'àudio i opcions de control de volum personalitzables són igualment aplicables als videojocs per assegurar que els jugadors amb discapacitats auditives puguin gaudir de l'experiència completa.

- **Visual:** Les directrius sobre la mida del text ajustable, contrast, color i orientació visual són crítiques en el desenvolupament de videojocs i poden ajudar a assegurar que els jocs siguin més accessibles per a usuaris amb discapacitats visuals.
- **Input:** La flexibilitat en els controls d'entrada i la personalització d'aquests són aspectes claus que WCAG fomenta per a l'accessibilitat web i que es poden aplicar al disseny de controls de videojocs.

3.3.4. Directrius específiques dels videojocs

Tot i no existir un estàndard d'accessibilitat en l'àmbit global en la indústria dels videojocs, sí que existeixen algunes directrius que són àmpliament reconegudes i respectades en la indústria del videojoc com un recurs valuós i pràctic per millorar l'accessibilitat en els videojocs.

Game Accessibility Guidelines

Les "Game Accessibility Guidelines" van ser desenvolupades per un grup de desenvolupadors, especialistes en accessibilitat i jugadores. Les GAG pretenen cobrir una àmplia gamma de discapacitats, incloent-hi motores, visuals, auditives, de la parla i cognitives i es classifiquen segons la facilitat o dificultat d'implementació de les recomanacions.

- **Bàsic.** Consideracions simples o decisions de disseny que la majoria de jocs apliquen (GAG, s. d.). Aquestes recomanacions, si es pensen des de l'inici del desenvolupament, són fàcils d'implementar i poden beneficiar a un gran nombre de jugadors (GAG, s.d.).
 - **Motor.** Facilitar la personalització de controls i assegurar l'accessibilitat de la interfície d'usuari i controls senzills.
 - **Cognició.** Simplificar la navegació, utilitzar llenguatges i fonts clars i permetre als jugadors avançar al seu ritme amb les configuracions pertinents. També és recomanable incloure tutorials interactius i permetre als jugadors progressar a través de prompts de text.

- **Visió.** Garantir la llegibilitat a partir de formats i mides de fonts fàcils de llegir. També cal incloure contrastos adequats en textos i elements gràfics i evitar elements que puguin causar marejos. La informació essencial no pot estar representada per tan sols un color.
- **Audició.** Incloure subtítols clars i llegibles per diàlegs importants i proporcionar controls de volum separats per diferents tipus d'àudio. La informació sonora essencial no pot estar representada tan sols per un so.
- **Parla.** No requerir entrada de veus i oferir-la tan sols com una opció.
- **Generals.** Oferir diverses opcions de dificultat, informar sobre les funcions d'accessibilitat disponibles i garantir que les configuracions del joc es guardin. També és important buscar activament suggeriments dels jugadors.
- **Intermedi.** Característiques que requereixen certa planificació i recursos per implementar-se i que poden ser no adequades per totes les mecàniques del joc, però que encara són relativament senzilles i beneficien a moltes persones (GAG, s.d.).
 - **Motor.** Suportar múltiples dispositius d'entrada, assegurar-se de què els elements interactius no requereixin accions simultànies o precises i permetre la reconfiguració d'interfícies. S'emfatitza en evitar entrades repetitives i en la inclusió d'opcions per ajustar la velocitat del joc i reorganitzar o redimensionar les interfícies. A més a més, se suggereix proveir sistemes de macros i garantir la compatibilitat amb tecnologies assistides.
 - **Cognició.** Es recomana incloure ajuda contextual dins del joc, recordatoris d'objectius i controls i oferir modes de pràctica sense penalització per errors. És important utilitzar una estructura narrativa clara, proporcionar resums del progrés en narratives llargues i reforçar la informació textual amb elements visuals i/o parlats. També se suggereix proporcionar controls de volum separat i opcions per ajustar la velocitat del joc i el color del text.
 - **Visió.** Cal incloure opcions per ajustar el camp de visió si es tracta d'un joc 3D en primera persona. També cal proporcionar suport pel lector de

pantalla, opcions per ajustar el contrast i garantir que la informació essencial no estigui fora de la línia de visió del jugador. A més a més, es recomana l'ús de so evolutiu i la personalització de cursors i elements interactius.

- **Audició.** Es remarca la importància de mantenir el soroll de fons al mínim durant els diàlegs, proporcionar subtítols per la parla suplementària, i assegurar-se de què els subtítols estiguin disponibles abans que es reproduïxi qualsevol so. També s'inclouen recomanacions per proveir indicacions visuals de qui està parlant i replicar la informació important transmesa per àudio en text o elements visuals.
- **Parla.** Incloure xat de text o altres medis visuals de comunicació si es tracta d'un joc multijugador, a part del xat de veu. Per altra banda, cal permetre una configuració per jugar amb línia amb jugadors que tan sols juguin o estiguin disposats a jugar sense xat de veu. L'últim que es recomana és el reconeixement de veu es basa en paraules individuals en comptes de frases llargues o paraules multisil·làbiques.
- **General.** S'ha de poder canviar el nivell de dificultat durant el joc permetre ajustar la jugabilitat a partir de tantes variables com sigui possible. Es recomana proporcionar modes d'assistència com l'autoapuntat. Per altra banda, se suggereix guardar manualment i automàticament.
- **Avançat.** Les adaptacions complexes tan sols són utilitzades quan es té com objectiu unes audiències de nínxol específiques (GAG, s.d.). Les consideracions que tan sols són aplicables a certes mecàniques de joc, requereixen més pressupost i experts i no beneficien a un rang ampli de persones (GAG, s.d.). No obstant, tenen un valor molt alt per les persones que en treuen benefici (GAG, s.d.)
 - **Motor.** Permetre jugar tant en orientació vertical com en horitzontal, evitar que el temps de reacció precís sigui essencial en el joc i oferir esquemes de control molt simples compatibles amb tecnologies assistides com el "eye tracking". A més, es recomana incloure un període

de “cool-down” entre entrades per evitar accions involuntàries i garantir que totes les accions clau es puguin realitzar amb controls digitals.

- **Cognició.** S'inclouen opcions per desactivar contingut gràfic violent, proporcionar veu en off per tots els textos, evitar moviments o esdeveniments inesperats i permetre que les narratives i instruccions es puguin repetir. També s'aconsella l'ús de xat basat en símbols i l'opció d'ocultar elements no interactius.
- **Visió.** Suggereix configuracions com permetre canviar la mida de la font, proporcionar mapes d'àudio tipus sonar, veu en off per tots els textos i garantir suport per lectors de pantalla. També es recomana un disseny de so distintiu per objectes i esdeveniments. Finalment, afegir pistes d'àudio que descriguin el que passa en pantalla.
- **Audició.** Es recomana garantir que els subtítols estiguin adaptats a un nombre adequat de paraules per minut, proporcionar llenguatge de signes i utilitzar xat basat en símbols.
- **Parla.** S'aconsella utilitzar reconeixement de la veu basat en llinars de volum en comptes de paraules específiques per activar accions binàries. En aquesta categoria també es recomana l'ús de xat basat en símbols.
- **General.** Incloure participants amb tota mena de discapacitats en el “testing” dels jocs, permetre guardar configuracions en diferents perfils i oferir transcripció de text a veu en temps real.

Libro blanco de accesibilidad para desarrolladores

El "Libro Blanco de Accesibilidad para Desarrolladores de Videojocs" va ser publicat el 2023 per la Fundació ONCE i l'Associació Espanyola del Videojoc (AEVI). Aquest document resulta molt útil a l'hora de fomentar la inclusió i l'accessibilitat en els videojocs, proporcionant una guia detallada sobre com implementar mesures d'accessibilitat en el desenvolupament de videojocs. Els autors del llibre són experts en accessibilitat i desenvolupament de videojocs: Juan Aguado Delgado, Arturo Monedero Álvaro i Enrique García Cortés. La intenció principal dels autors és oferir als desenvolupadors un recurs de referència per garantir que els seus títols siguin accessibles per a persones amb diferents tipus de discapacitats, incloent-hi visuals, auditives, motores i cognitives.

Les directrius generals inclouen els principis bàsics del disseny accessible, com la inclusió de consideracions d'accessibilitat des de l'inici del desenvolupament i la col·laboració amb persones amb discapacitats durant el procés de disseny i prova.

Per a les discapacitats motores, el llibre blanc recomana la personalització dels controls i la compatibilitat amb dispositius d'entrada alternatius, com ara "joysticks", interruptors i "eye-tracking". També suggereix opcions per evitar la fatiga, com la reducció d'entrades repetitives i la configuració del ritme del joc. Pel que fa a les discapacitats cognitives, es proposa la creació d'interfícies d'usuari simplificades i clares, l'ús de tutorials interactius i modes de pràctica, i l'oferta d'ajudes contextuais i recordatoris d'objectius.

Per a les discapacitats visuals, el document recomana l'ús de textos i elements gràfics amb alt contrast, el suport per a lectors de pantalla i alternatives auditives i descripcions d'àudio per a elements visuals importants. En el cas de les discapacitats auditives, es destaquen la importància de subtítols clars i personalitzables, l'ús d'indicadors visuals per a informació sonora i el control de volum separat per a diferents tipus d'àudio. I per a les discapacitats de la parla, s'inclouen opcions de comunicació textual per a jocs multijugador i el reconeixement de veu basat en comandos simples i personalitzables.

El llibre blanc també aborda les proves i l'avaluació de l'accessibilitat, explicant mètodes per provar l'accessibilitat d'un joc, la inclusió de persones amb discapacitats en el procés de prova i les eines i mètriques per avaluar l'accessibilitat. Finalment, es proporcionen recursos addicionals, com enllaços a eines, biblioteques i comunitats de desenvolupament accessible, així com documentació i exemples de bones pràctiques.

3.4. Legislació i normatives

En l'àmbit de l'accessibilitat, la legislació i les normatives tenen un paper clau. Aquestes lleis i regulacions no tan sols són estàndards mínims que han de complir els productes, serveis i d'altres per validar-se com accessibles, sinó que també reflecteixen el compromís d'una societat amb la inclusió i els drets de les persones discapacitades.

Aquesta secció s'enfoca en la legislació i normatives d'accessibilitat des de tres perspectives: en l'àmbit nacional a Espanya, a escala europea i en el context internacional. Cadascuna d'aquestes esferes té el seu propi conjunt de lleis que influeixen en com s'abasteix la qüestió de l'accessibilitat en els videojocs i altres entorns tecnològics.

3.4.1. Espanya

L'evolució de la legislació sobre accessibilitat a Espanya reflecteix un viatge progressiu cap a un país més inclusiu i més conscient de les necessitats de tots els seus ciutadans. Des dels primers esforços legislatius centrats en la integració social i laboral de les persones amb discapacitats fins a la creació de les lleis més recents que busquen l'accessibilitat universal i la no discriminació, el marc legal espanyol ha procurat adaptar-se i respondre als reptes emergents en l'àmbit de l'accessibilitat.

1. **Real decret legislatiu 1/2013.** Regula, esclareix i millora la legislació sobre els drets de les persones amb discapacitat i la seva inclusió social, adaptant-la a la convenció internacional (BOE, 2013).
2. **Llei 6/2022.** Modifica la Llei General de drets de les persones amb discapacitat, aprovat pel Real decret legislatiu 1/2013, per abastir específicament les necessitats de persones amb dificultats de comprensió i comunicació (BOE, 2022).
3. **Real Decret 193/2023.** Regula les condicions bàsiques d'accessibilitat i no discriminació de les persones amb discapacitat per l'accés i utilització dels béns i serveis a disposició del públic (BOE, 2023).
4. **Ordre TMA/851/2021.** És una normativa que estableix les condicions bàsiques perquè els espais públics urbanitzats siguin accessibles i no discriminatoris (BOE, 2021).
5. **Real decret 1112/2018.** És una normativa que estableix els requisits d'accessibilitat pels llocs web i aplicacions per dispositius mòbils del sector públic (BOE, 2018).

A part d'aquestes lleis d'àmbit nacional, és important destacar que existeixen més lleis, però d'àmbit autonòmic on cadascuna té les seves particularitats.

3.4.2. Europa

D'igual manera, la Unió Europea s'esforça en promoure la inclusió i la igualtat a través de legislacions que estableixen estàndards comuns d'accessibilitat en tots els seus estats membres. Aquestes normatives són clau per reforçar les lleis nacionals de cada país.

1. **Directiva (UE) 2019/882 del Parlament Europeu i del Consell sobre els requisits d'accessibilitat dels productes i serveis.** Aquesta directiva estableix requisits comuns d'accessibilitat per certs productes i serveis, ajudant a garantir que les persones amb alguna discapacitat tinguin accés a ells en tota la Unió Europea (Diario Oficial de la Unión Europea, 2019).
2. **Reglament (UE) N° 1025/2012 sobre la normalització europea.** Inclou disposicions per garantir que les normes europees compleixin amb els requisits d'accessibilitat per les persones amb alguna discapacitat (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012).
3. **Directiva 2016/2102 sobre l'accessibilitat dels llocs web i aplicacions mòbils d'organismes del sector públic.** Aquesta directiva obliga a les pàgines web i aplicacions mòbils del sector públic en els estats membres de la Unió Europea a ser accessibles per persones amb discapacitats (Diario Oficial de la Unión Europea, 2016).

3.5.3. Context internacional

En l'àmbit internacional, una fita fonamental en la promoció dels drets i la inclusió de les persones amb discapacitat és la Convenció sobre els Drets de les Persones amb Discapacitat (CDPD), adoptada per les nacions unides l'any 2006. Aquesta convenció representa un canvi paradigmàtic en la forma en què es tracta la qüestió de la discapacitat, passant d'un enfocament d'assistència a un basat en drets humans. La CDPD ha apoderat a la minoria més gran del món per reclamar els seus drets i participar en assumptes internacionals en igualtat de condicions (R. Kayess, 2008).

La CDPD posa èmfasi en la no discriminació i se centra en garantir que totes les persones amb discapacitats gaudeixin plenament de tots els drets humans i llibertats fonamentals. Reconeix la dignitat inherent i els drets humans iguals i inalienables de

tots els membres de la família humana, com es proclama en la Carta de les Nacions Unides (ONU, 2008). També remarca la necessitat de què les persones amb alguna discapacitat participin en la societat de forma plena i en igualtat de condicions amb els altres (ONU, 2008).

Aquesta convenció abasteix diferents aspectes de la vida, incloent-hi l'accessibilitat, l'educació, el treball, i la participació política, no només garantint la no discriminació, sinó també l'apoderament de les persones amb discapacitats per poder participar activament en la societat.

Amb la creació d'un Comitè sobre els Drets de les Persones amb Discapacitats per supervisar la implementació d'aquests drets, la CDPD s'estableix com un marc legal internacional i una guia perquè els governs adaptin les seves legislacions nacionals i desenvolupin polítiques inclusives.

El seu compromís global promou els drets i la dignitat de les persones amb discapacitats, i a més a més, també contribueix significativament a corregir els desavantatges socials d'aquest col·lectiu i fomentar la seva participació en totes les esferes de la vida, tant en països desenvolupats com en països com en països en desenvolupament (ONU, 2008).

3.5. Tecnologies i eines per l'accessibilitat

L'accessibilitat no és simplement un aspecte desitjable, sinó una necessitat imperativa per garantir que tots els jugadors, independentment de les condicions en les quals es trobin, puguin gaudir plenament dels videojocs. Aquest compromís es veu reflectit en el desenvolupament de tecnologies i eines específiques que abasteixen els reptes únics que enfronten els jugadors amb discapacitats. Aquesta secció s'endinsa en aquest món d'innovacions tecnològiques que ha servit per trencar les barreres que limiten l'accessibilitat en els videojocs.

3.5.1. Tecnologies d'assistència

Segons l'organització mundial de la salut una tecnologia d'assistència és aquella que permet a les persones portar una vida sana, productiva, independent i digna, i prendre part en l'educació, el mercat laboral i la vida social (OMS, 2023).

Per l'àmbit dels videojocs, les tecnologies d'assistència cobren una importància fonamental en permetre que persones amb diverses capacitats físiques, sensorials o cognitives puguin gaudir d'una experiència de joc completa. Aquestes es poden dividir en dues categories:

Tecnologies d'assistència de software per jocs

Les tecnologies d'assistència basades en software juguen un paper molt important a l'hora de fer jocs més accessibles. Aquestes tecnologies i eines estan disponibles com programes de tercers que es poden instal·lar en plataformes de joc, així com funcions integrades directament en alguns jocs (Microsoft, s.d.). Segons la documentació oficial de Microsoft, algunes de les més destacades són les següents:

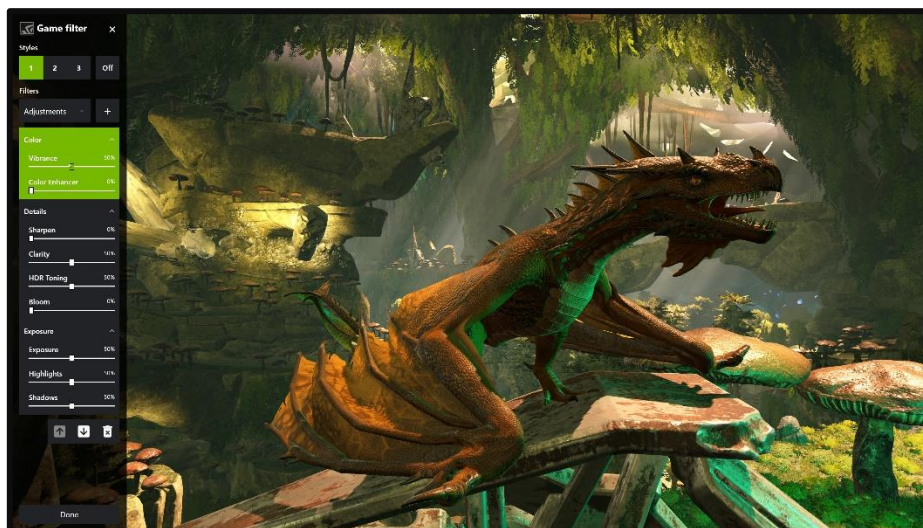
- **Lectors de pantalla.** Serveixen per traduir el contingut de text o imatge en pantalla a sortida de veu o algun altre mitjà de comunicació (Microsoft, s.d). Són útils per a persones cegues o amb discapacitats visuals (Microsoft, s.d). Haurien d'abastir tota la interfície d'usuari, incloent-hi menús i accions dins del joc.

- **Configuració de contrast.** Són utilitzades per millorar la visibilitat dels elements en pantalla, facilitant l'ús per a jugadors amb visió reduïda o per a usuaris neoconvergentes (Microsoft, s.d).



II-lustració 7 - Configuració de contrast de The Last Of Us: Part II.

- **Filtres de color i paletes de colors personalitzats.** Ajuden als jugadors amb certes formes de daltonisme a distingir millor els elements visuals (Microsoft, s.d.). És preferible oferir opcions per canviar individualment el color d'elements específics en el joc.



II-lustració 8 - Opcions de filtres d'Nvidia.

- **Eines d'ampliació.** Permeten als jugadors augmentar part de la pantalla per veure millor el contingut d'interfície d'usuari (Microsoft, s.d.). Són eines especialment útils per les persones amb visió reduïda (Microsoft, s.d.).
- **Subtítols.** Són essencials per a jugadors amb discapacitats auditives, traduint l'àudio del joc en text visible en pantalla (Microsoft, s.d.). Oferir subtítols, amb opcions de personalització, pot millorar significativament l'experiència. Algunes de les opcions de personalització poden ser la mida del text, font, color de la font, color del fons, etc.



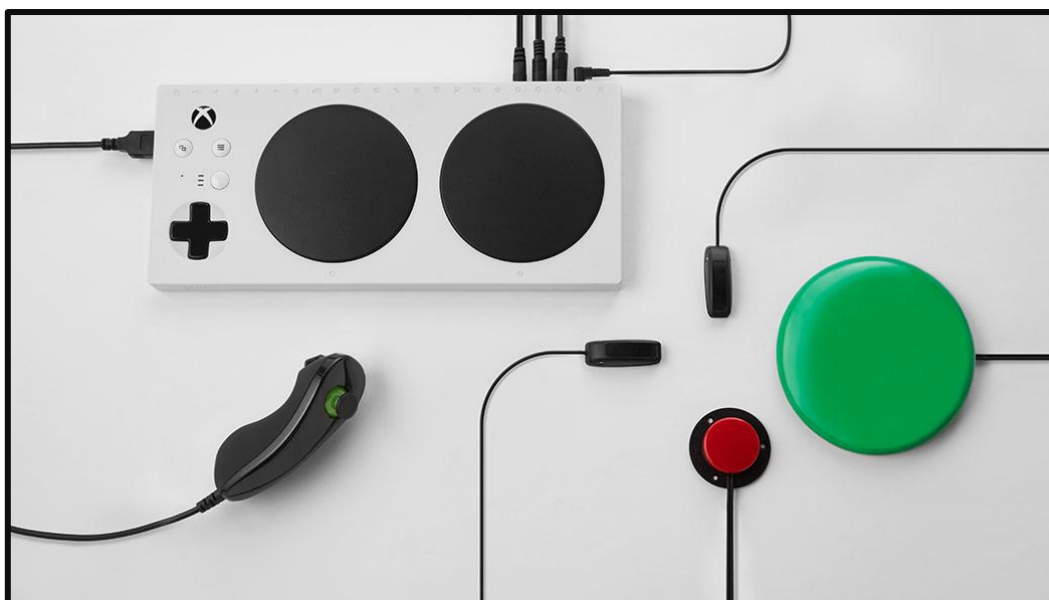
Il·lustració 9 - Subtítols a The Last of Us: Part II

- **Reassignació d'entrada.** Permet als jugadors amb limitacions de mobilitat personalitzar els controls, assignant funcions a botons que siguin més accessibles per a ells.

Tecnologies d'assistència de hardware

Les tecnologies d'assistència basades en hardware són dispositius físics utilitzats per també facilitar l'accés als videojocs a les persones amb discapacitats. Dit d'una d'altra manera, aquests dispositius proporcionen als jugadors que tenen dificultats per utilitzar els dispositius d'entrada estàndard, una alternativa estàndard (Microsoft, s.d.). Alguns dels dispositius més utilitzats són els següents:

- **Controladors adaptatius.** Ofereixen una àmplia gamma de connectors i botons programables per adaptar-se a necessitats específiques. Un gran exemple és el dispositiu creat per Microsoft, Xbox Adaptive Controller.



Il·lustració 10 - Xbox Adaptive Controller.

- **Botons d'interruptor.** Un dispositiu d'assistència que permet als usuaris interactuar amb la tecnologia mitjançant un mecanisme simple d'encès i apagat (AbleGamers, s.d.).

- **Joysticks controlats amb la boca.** Dispositius d'entrada que es controlen mitjançant moviments de la boca (Quadstick, s.d.). Són molt útils per aquells jugadors amb mobilitat molt reduïda a les mans.



Il·lustració 11 - Persona amb mobilitat reduïda utilitzant un quadstick.

- **Dispositius de seguiment ocular.** Permeten als jugadors controlar el joc només amb el moviment dels ulls (Tobii, s.d.). És molt útil per a persones amb discapacitats físicament greus.



Il·lustració 12 - Dispositiu de seguiment ocular de la marca Tobii.

4. Objectius/Pregunta de Recerca/Hipòtesis

A continuació es defineixen els objectius del projecte, els quals es diferencien entre objectius principals i secundaris.

4.1. Objectius principals

- **Desenvolupar una eina d'accessibilitat per Unity.** Crear un asset versàtil i fàcil d'integrar a Unity que permeti als desenvolupadors de jocs implementar característiques d'accessibilitat de manera senzilla i eficient.
- **Cobertura àmplia de necessitats d'accessibilitat.** Garantir que l'asset cobreixi una àmplia gamma de necessitats, incloent-hi, però no limitant-se a, discapacitats motores, visuals, auditives i cognitives.
- **Compatibilitat i flexibilitat.** Desenvolupar l'eina perquè sigui compatible amb diferents gèneres i estils de jocs fets a Unity.

4.2. Objectius secundaris

- **Conscienciar sobre la importància de l'accessibilitat en els videojocs.** Utilitzar el projecte com una plataforma per augmentar la consciència sobre la importància de l'accessibilitat en els videojocs i fomentar la seva adopció entre la comunitat de desenvolupadors.
- **Inclusió d'estàndards i/o directrius d'accessibilitat globals.** Integrar a l'eina les millors pràctiques i estàndards globals de l'accessibilitat, com són les WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) o les GAG (Game Accessibility Guidelines), per garantir la seva efectivitat i validesa com a eina d'implementació d'accessibilitat.
- **Facilitat d'ús.** Garantir que l'asset sigui accessible i fàcil d'utilitzar pels desenvolupadors.
- **Documentació:** Acompanyar l'asset d'una documentació detallada per entendre com utilitzar les funcions que aquest ofereix.
- **Escena de prova:** Crear una escena de prova per mostrar totes les característiques que conformen l'asset.
- **Testing:** Crear una sèrie de test de tests que verifiquin el correcte funcionament de l'asset.

5. Disseny metodològic i cronograma

5.1. Metodologia

Pel desenvolupament d'aquest projecte s'utilitzarà la metodologia Agile. Aquesta ofereix un enfocament que la valora la flexibilitat i l'adaptabilitat (Reichelt, 2022), característiques que esdevenen essencials per un projecte amb objectius tan dinàmics i centrats en l'usuari. Molts dels requisits del projecte canviaran durant el desenvolupament d'aquest i escollir Agile és una bona perquè permet acomodar-se amb facilitat als canvis fets durant el procés (Reichelt, 2022).

L'enfocament d'Agile en l'usuari final s'alinea perfectament amb l'objectiu de crear un asset que satisfaci les necessitats reals en l'àmbit de l'accessibilitat. Aquest aspecte és essencial, ja que un dels propòsits finals del projecte és millorar l'accessibilitat en els videojocs, una àrea on l'experiència d'usuari és fonamental. En el manifest d'agile es contempla el principi de tenir en consideració els individus i les seves interaccions per sobre dels processos i les eines (Agile Alliance, 2001), fet que és vital en el desenvolupament de qualsevol solució d'accessibilitat.

5.2. Fases

- **Fase prèvia**

- *Investigació prèvia.* Es comença amb una investigació exhaustiva sobre les necessitats actuals en els videojocs, explorant diferent tipus de discapacitats i com poden afectar a l'experiència de joc. S'investigarà sobre els estàndards d'accessibilitat existents i els assets similars de la Unity Asset Store.
- *Avantprojecte.* A partir de la investigació, s'escriuran els objectius, els requisits i la metodologia per dur a terme el projecte. S'inclouran els descobriments realitzats durant la investigació.

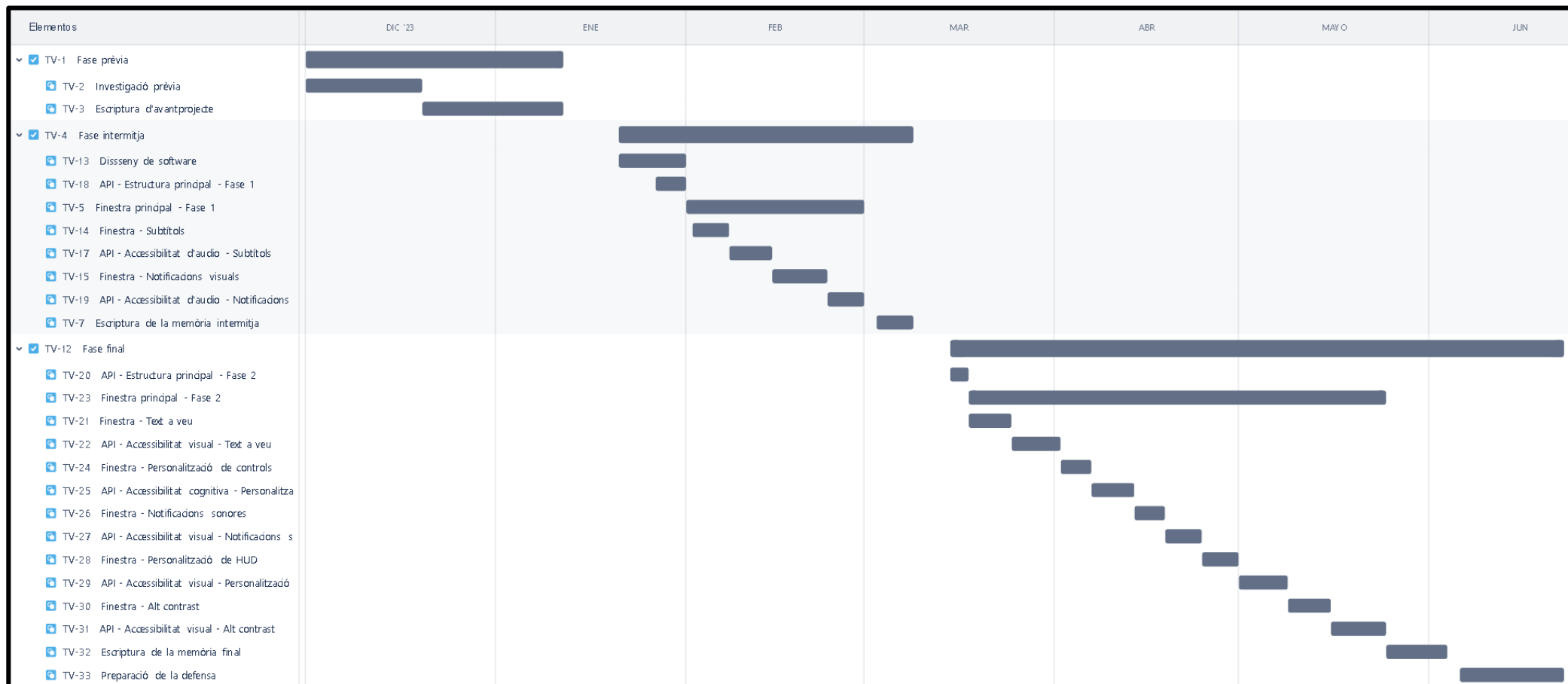
- **Fase intermèdia**

- *Disseny i desenvolupament – Fase 1.* Es dividirà en sprints de 1-2 setmanes amb objectius concrets de disseny i desenvolupament. Per cada sprint, es desenvolupa e implementa característiques específiques seguit de les pertinents proves i revisions. En aquesta primera fase es pretén dissenyar i desenvolupar les funcionalitats bàsiques de l'eina.
- *Esriptura de la memòria intermèdia.* Al final de la fase de desenvolupament es documentarà el procés, els reptes, les solucions i els aprenentatges a la memòria.

- **Fase final**

- *Disseny i desenvolupament – Fase 2.* Continuar amb el desenvolupament i implementar el màxim de funcionalitats per poder complir amb els estàndards i directrius proposats.
- *Esriptura de la memòria final.* Finalitzar la documentació del procés afegint continguts addicionals, reflexions i valoracions finals.
- *Preparació de la defensa.* Preparar material per la defensa, incloent-hi demostracions de l'asset, resum dels descobriments i explicacions de les decisions de disseny.

5.3. Cronograma



II-lustració 13 - Cronograma

6. Desenvolupament

En el següent apartat es duu a terme una descripció exhaustiva dels assets principals que s'han hagut de desenvolupar per obtenir l'eina d'accessibilitat desitjada i descrita en els anteriors apartats.

6.1. Finestres visuals

Des d'un primer moment, s'ha pretès crear una eina que sigui el més fàcil de configurar i gestionar per facilitar al màxim possible la feina als desenvolupadors.

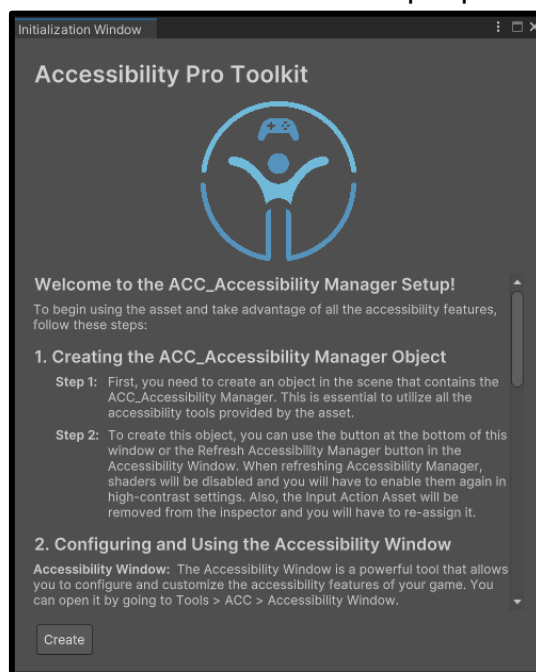
És d'aquesta manera que s'ha conclòs, que la creació d'una finestra visual per poder gestionar totes les opcions que ofereixi el plugin és una de les millors opcions possibles. A més a més, resulta una opció ideal en termes de producció, ja que Unity ofereix la classe "EditorWindow" junt amb les API "IMGUI" i "UIElements" que ofereixen moltíssimes opcions i facilitats per crear models gràfics dins del motor.

6.1.1. Finestra d'inicialització

Una de les finestres amb menys contingut, però una de les més necessàries per poder utilitzar l'eina de forma correcta és la finestra d'inicialització. Aquesta eina apareixerà un cop l'asset hagi estat descarregat i instal·lat pel desenvolupador i serà el primer contacte d'aquesta amb el plugin d'accessibilitat. Aquesta finestra també apareixerà cada cop que el projecte de Unity, que contingui l'asset, s'obri de nou des del "hub".

Aquesta finestra s'encarrega de mostrar al desenvolupador una descripció de les característiques que conformen l'asset. A més a més, a la finestra s'indiquen algunes instruccions per dur a terme els passos de

configuració. A les instruccions se li indicarà al jugador que ha de prémer al botó "Create" que apareix a sota de la finestra per poder crear els objectes necessaris a l'escena per poder utilitzar l'eina. Seguidament, el desenvolupador pot clicar el



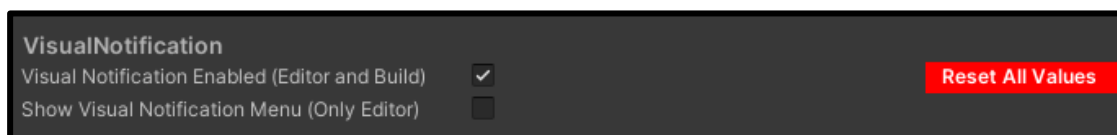
Il·lustració 14 - Finestra d'inicialització

selector Tools > ACC > Accessibility Window i obrir la finestra principal de l'eina per poder començar a afegir opcions d'accessibilitat.

Per altra banda, l'objecte creat a l'escena serà l'encarregat de controlar els estats de les diferents opcions d'accessibilitat dins de l'escena. L'objecte creat conté l'script ACC_AccessibilityManager:

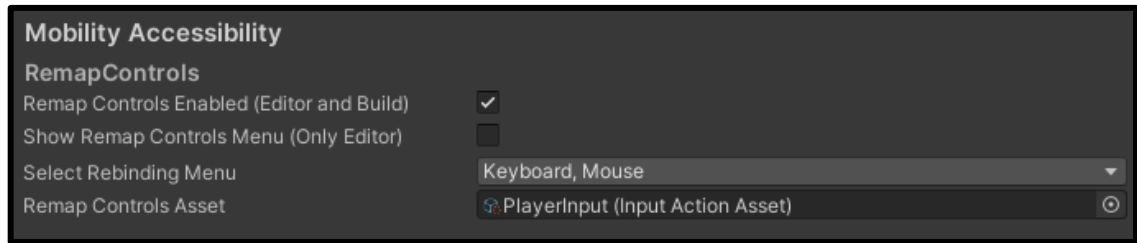
- **ACC_AccessibilityManager:** La classe ACC_AccessibilityManager gestiona diverses funcionalitats d'accessibilitat per a un joc a Unity. Implementa un patró Singleton per assegurar-se que només hi ha una instància activa i utilitza diferents mòduls per gestionar l'accessibilitat auditiva, visual, de mobilitat i multifuncional. Aquests mòduls ofereixen funcions relacionades amb característiques com subtítols, notifikacions visuals, alt contrast, re-mapeig de controls i el gestor d'àudio. També carrega les preferències de l'usuari al començar i crea un "Canvas" per a les interfícies d'usuari d'accessibilitat.

Des de l'editor, l'script permet habilitar i inhabilitar els estats de les diferents mesures d'accessibilitat i mostrar els menús de configuració d'aquestes. També s'ofereix l'opció d'eliminar les claus guardades de PlayerPrefs perquè el desenvolupador pugui dur a terme totes les proves necessàries.



II-Il·lustració 15 - Editor d'Accessibility Manager

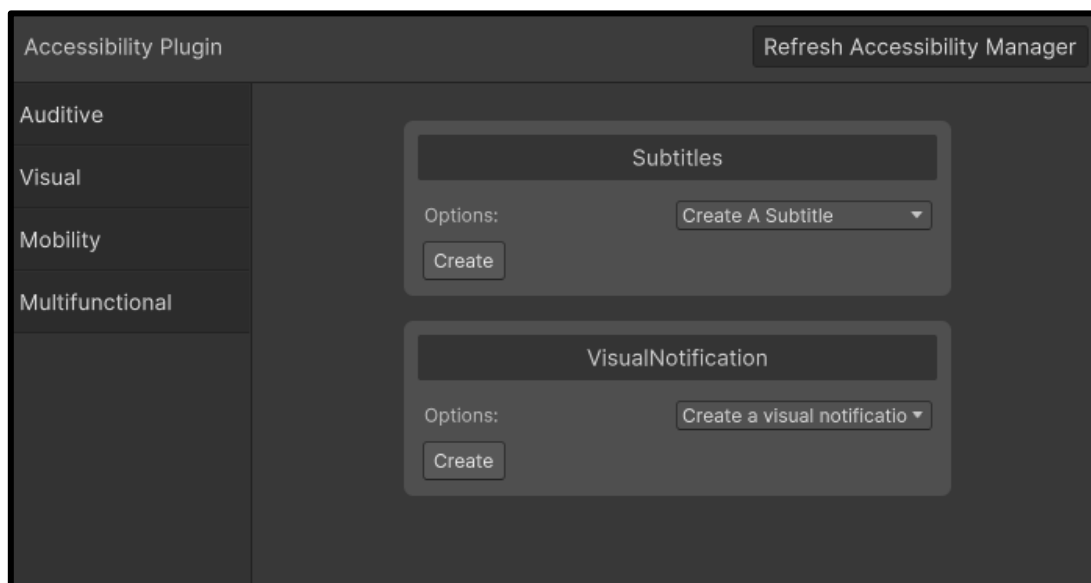
Quelcom a mencionar és que per poder executar l'script correctament cal afegir el "InputActionAsset" actual a l'editor. Un cop afegit se li permetrà a l'usuari seleccionar el menú de reassignació de controls i a l'activar l'opció de l'editor "Show Remap Controls Menu" apareixerà el menú seleccionat. Per últim, també cal tenir en compte que en el cas de tenir les notifikacions visuals activades, també cal tenir activat l'Audio Manager.



II-lustració 16- Editor d'Accessibility Manager

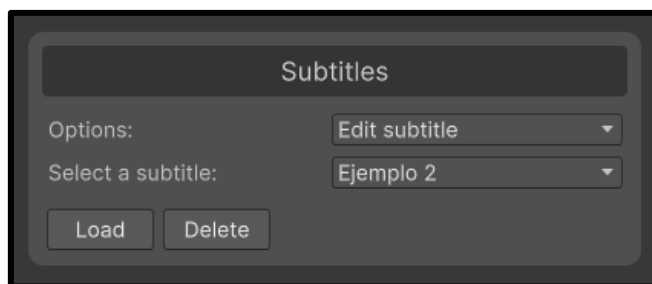
6.1.2. Finestra principal

La finestra amb major pes dins de l'eina és la finestra principal. Aquesta s'encarregarà de mostrar les diferents opcions d'accessibilitat que el desenvolupador podrà afegir al seu joc. Aquestes estaran dividides en funció del perfil al qual es vol enfocar. Els perfils a seleccionar seran audició, visió, mobilitat i multifuncional. Es disposa d'una barra lateral que permetrà seleccionar cada perfil i apareixeran totes les opcions inherents al perfil seleccionat.



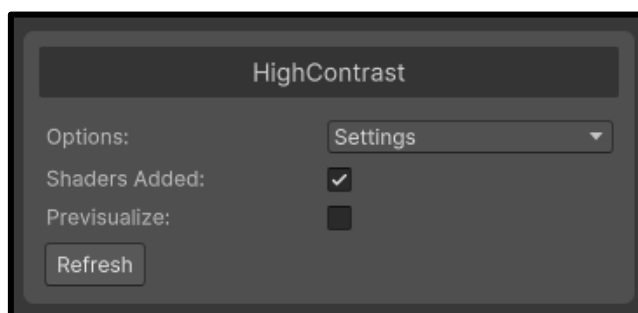
II-lustració 17 - Finestra principal

Seguidament, cada accessibilitat disposarà de les seves pròpies opcions de configuració. Les implementacions de subtítols i notificacions visuals requereixen una opció de creació de nova configuració i una opció per carregar qualsevol configuració que s'hagi guardat. Dins de l'opció de càrrega, es podrà seleccionar la configuració desitjada per reeditar-la o eliminar-la. A més a més, les opcions d'àudio també disposaran d'una opció per editar la plantilla que servirà com a menú de configuració per aquella mesura.



II-lustració 18 - Opcions de configuració de subtítols

Seguidament, tenim l'opció d'alt contrast que forma part de la categoria d'accessibilitat visual. De la mateixa manera que pels subtítols i per les notificacions visuals, l'opció d'alt contrast disposa de creació i càrrega de configuracions i una opció per editar la plantilla del menú de configuració d'alt contrast. Malgrat això, per l'alt contrast hi ha una opció extra que servirà per activar i desactivar els shaders necessaris per implementar l'alt contrast en el joc. A més a més, aquesta opció oferirà a l'usuari una vista prèvia dels shaders amb una configuració bàsica.

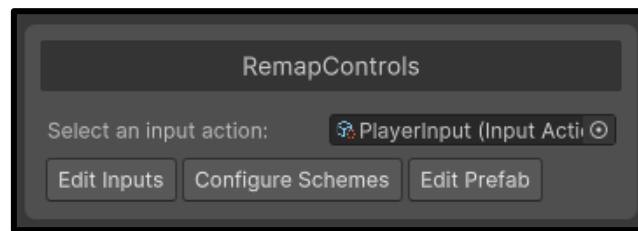


II-lustració 19 - Opcions de configuració d'alt contrast

En tercer lloc, cal mencionar l'opció de re-mapeig de controls, ja que aquesta disposa de totes les opcions disponibles en una mateixa vista. Aquesta opció forma part de la categoria Mobilitat. En primer lloc, l'usuari disposa d'un camp per afegir un "InputActionAsset". També el podrà crear prement el botó situat a sota del camp. Un cop s'hagi afegit l'asset pertinent en el camp, apareixeran tres botons amb tres funcionalitats diferents:

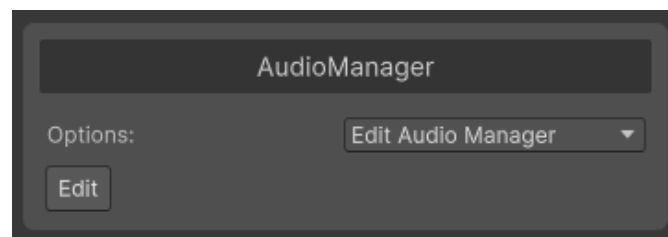
- "Edit Inputs": Obre la finestra d'edició de Unity que permet modificar el "InputActionAsset".
- "Configure Schemes": Obre una finestra de configuració de "Controls Schemes" que permetrà seleccionar al desenvolupador quins controls poden ser reassignats i quins no.

- “Edit Prefab”: Obre la plantilla del menú de configuracions de la reassignació de controls del “InputActionAsset” seleccionat en el camp en qüestió.



Il·lustració 20 - Opcions de configuració de re-assignació de controls

Per últim, i no menys important, cal mencionar el requadre AudioManager que permet controlar les fonts d'àudio i algunes característiques relacionades amb elles. Aquesta opció forma part de la categoria multifuncional perquè pot estar vinculada a diverses discapacitats com visuals o auditives. AudioManager només disposa d'opció d'edició i opció per editar la plantilla que servirà com a menú de configuració dels volums de les fonts d'àudio.



Il·lustració 21 - Opcions de configuració d'AudioManager

6.1.3. Finestra flotant

Per a totes les finestres flotants utilitzades per crear configuracions d'accessibilitat ha calgut crear una arquitectura per poder implementar certes opcions de control i manteniment de les finestres. D'aquesta manera ha calgut crear un seguit de classes que permeten gestionar d'una manera flexible i escalar totes les finestres flotants:

- **ACC_BaseFloatingWindow:** La classe ACC_BaseFloatingWindow és una classe abstracta que hereta de EditorWindow i està dissenyada per facilitar la creació i gestió de finestres flotants personalitzades en l'Editor de Unity. Aquesta classe serveix com a base genèrica per crear finestres flotants que poden ser controlades i manipulades a través d'un controlador específic (TController). El controlador (TController) gestiona la lògica i les dades associades a la finestra, mentre que ACC_BaseFloatingWindow proporciona

mètodes i propietats essencials per a la inicialització i manteniment de la finestra, incloent-hi la configuració de la seva posició, estil i comportament durant els esdeveniments del cicle de vida de l'editor (com la compilació de scripts i el canvi de modes de joc). A més, ofereix mecanismes per guardar i restaurar dades de configuració, assegurant que els canvis realitzats en la finestra es gestionin adequadament, fins i tot durant esdeveniments de tancament o recompilació de l'editor. La classe també permet l'ús d'una fàbrica d'elements d'interfície d'usuari (ACC_UIElementFactory) per generar i configurar dinàmicament components de UI dins de la finestra, proporcionant així una estructura robusta i flexible per al desenvolupament d'eines d'editor personalitzades en Unity.

- **ACC_FloatingWindowController:** La classe ACC_FloatingWindowController és una classe abstracta que defineix el comportament i la gestió de les dades per a una finestra flotant en l'Editor de Unity. Aquesta classe controla una finestra (TWindow) i un conjunt de dades (TData) específiques, proporcionant funcionalitats per inicialitzar la finestra, carregar i guardar dades en format JSON, i gestionar esdeveniments com la recompilació de scripts i els canvis en el mode de joc. El controlador manté una fàbrica d'elements d'interfície d'usuari (ACC_UIElementFactory) per crear components de la UI, així com les dades actuals i les últimes dades guardades. També inclou diverses propietats booleanes per gestionar l'estat de l'edició, el tancament, la sobreescritura, i altres operacions relacionades amb els fitxers. La classe proporciona mecanismes per confirmar i guardar els canvis realitzats a les dades, així com per cancel·lar els canvis si és necessari. A més, permet la clonació d'atributs del controlador i la restauració de dades després d'una recompilació, assegurant que l'estat de la finestra i les seves dades es mantinguin consistents i actualitzats durant el cicle de vida de l'editor.
- **ACC_UIElementFactory:** La classe ACC_UIElementFactory és una classe que facilita la creació i configuració dinàmica d'elements d'interfície d'usuari (UI) en l'Editor de Unity. Aquesta classe proporciona mètodes per generar una àmplia varietat de components de UI, com ara VisualElement, Label, TextField, IntegerField, FloatField, ColorField, SliderInt, Slider, Button, ScrollView, ObjectField, DropdownField i Toggle. Cada mètode permet personalitzar els

atributs visuals i comportaments dels components, com ara la seva classe CSS, valors inicials, etiquetes i accions associades als canvis de valor. La `ACC_UIElementFactory` també gestiona la generació de noms únics per a cada element creat, utilitzant un diccionari serialitzable (`ACC_SerializableDictionary`) per mantenir un comptador de noms basat en les classes CSS assignades als elements. Aquesta funcionalitat garanteix que cada component tingui un identificador únic dins del context de la finestra, evitant conflictes de noms i facilitant la seva manipulació i estilització.

6.1.4. Finestra de subtítols

La finestra de subtítols permet la creació i edició de subtítols. Aquesta finestra està dissenyada per facilitar la creació i gestió de subtítols, oferint una interfície intuïtiva i funcional. A la part superior de la finestra, es pot veure una taula de subtítols on es poden afegir, editar i eliminar files. Cada fila conté camps per a l'actor, el subtítol i el temps, permetent especificar el diàleg i el moment en què apareix.

A més, la finestra inclou un contenidor de configuració on es poden establir diversos paràmetres globals, com el nom del projecte de subtítols, el color de la font, el color de fons i la mida de la font. També permet activar o desactivar la visualització dels actors i els seus colors.

Si s'activa l'opció de mostrar actors, apareix una taula addicional per gestionar els actors i els seus colors. Es poden afegir nous actors, editar els noms i colors dels actors existents i eliminar actors de la llista. Els canvis es reflecteixen automàticament a la taula de subtítols principal.

Al final de la finestra, hi ha botons per afegir noves files de subtítols en blocs d'1, 5 o 10 files, així com per afegir nous actors. Finalment, també està el botó per guardar els canvis realitzats. Per poder guardar correctament la configuració caldrà afegir un nom al camp nom.



Il·lustració 22 - Finestra de subtítols

6.1.5. Finestra de notifiacions visuals

La finestra de notifiacions visuals servirà per crear notifiacions visuals que representin els sons seleccionats pel desenvolupador. Existeixen molts contextos en el que els dissenyadors decideixen que un so indiqui instruccions al jugador. Un exemple clar seria el so d'una alarma per escapar d'un recinte. És per això que aquestes notifiacions són necessàries per indicar a les persones amb alguna discapacitat auditiva, el que representen i volen indicar els sons seleccionats pels dissenyadors.

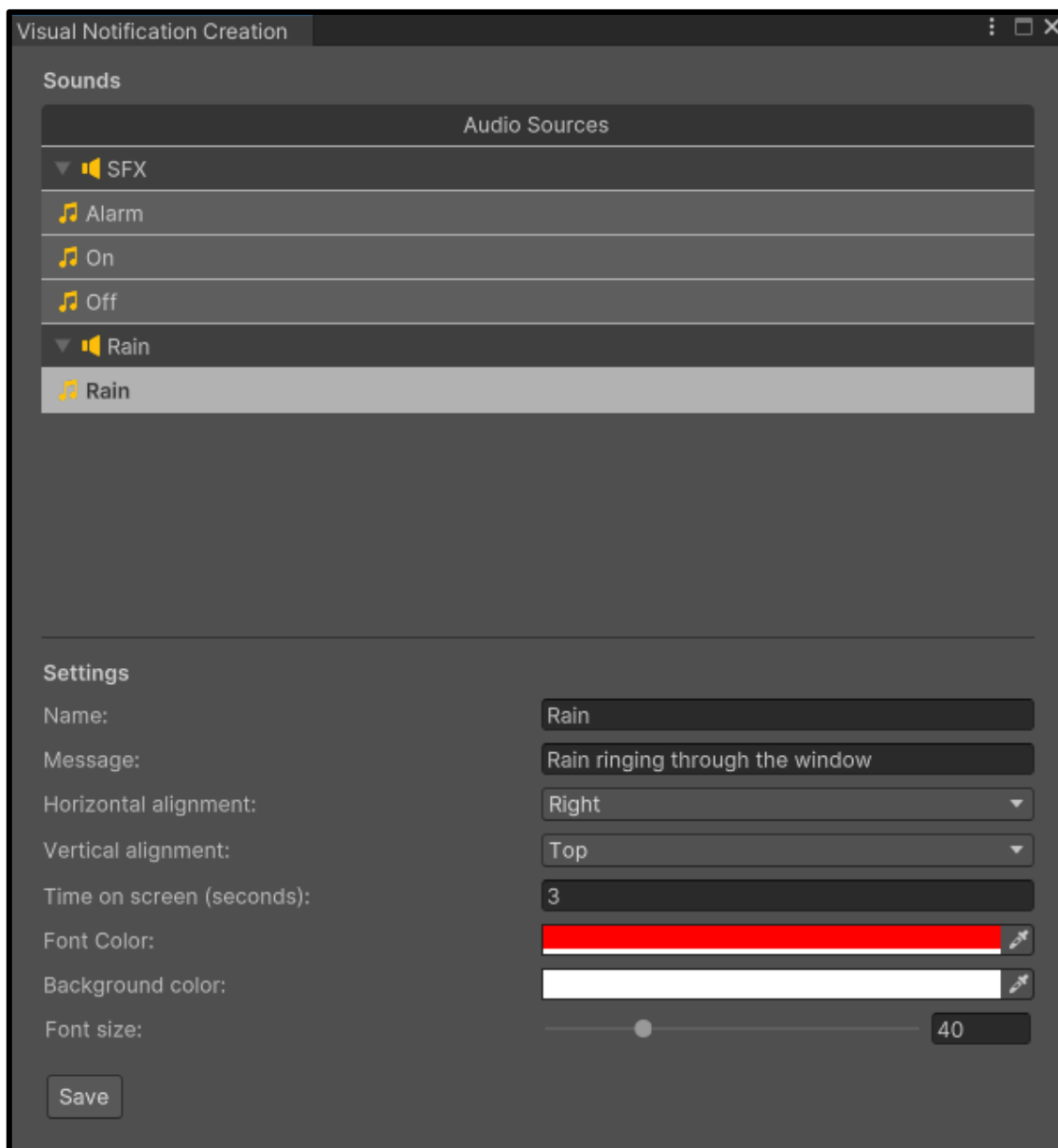
A la part superior de la finestra, es pot veure una taula de sons on es poden gestionar les fonts d'àudio disponibles i els clips d'àudio associats a cadascuna d'elles. Cada

font d'àudio es pot expandir per mostrar els clips d'àudio disponibles, i es poden seleccionar o desseleccionar per incloure'ls en la notificació visual.

L'usuari podrà seleccionar tants sons com vulgui, ja que es permet crear una notificació visual per a diversos sons. No obstant això, no es permet crear notificacions visuals amb sons repetits, ja que mancaria de cap sentit tenir diverses notificacions visuals per un mateix so. D'aquesta manera, si es crea una nova notificació i es pretén utilitzar un so ja utilitzat en una altra, el programa avisarà a l'usuari i li donarà les opcions de cancel·lar l'operació o moure el so a la nova notificació visual.

La finestra inclou un contenidor de configuració on es poden establir diversos paràmetres per a la notificació visual, com el nom del projecte, el missatge que es mostrarà, l'alineació horitzontal i vertical, el temps que la notificació romandrà en pantalla, el color de la font, el color de fons i la mida de la font. Aquests ajustaments permeten personalitzar completament l'aspecte i el comportament de la notificació visual.

Al final de la finestra, hi ha un botó per guardar els canvis realitzats. Per poder guardar correctament la configuració caldrà afegir un nom al camp nom.



II-lustració 23 - Finestra de notifiacions visuals

6.1.6. Finestra d'alt contrast

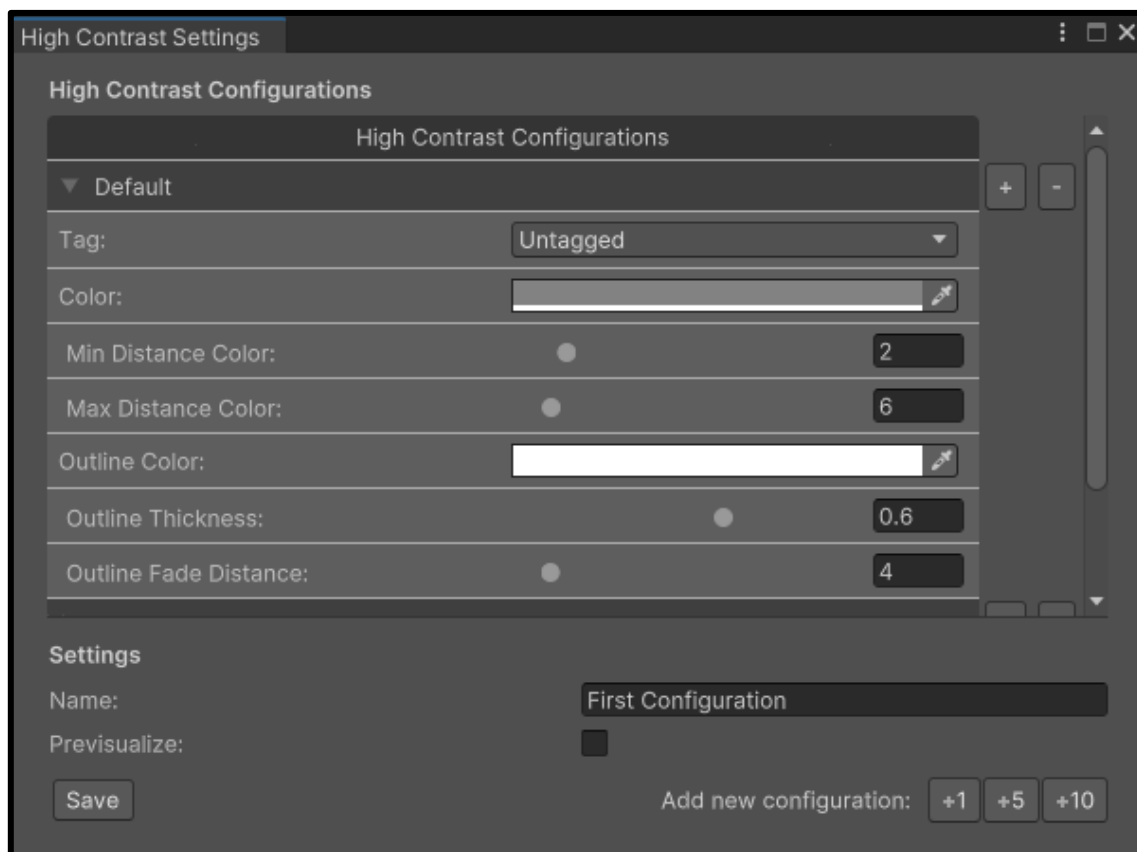
La finestra d'alt contrast és una eina que permet als desenvolupadors crear i gestionar configuracions d'alt contrast per millorar l'accessibilitat visual dels videojocs. Aquesta finestra està dissenyada per assegurar-se que els jocs siguin més accessibles per a persones amb discapacitats visuals, oferint opcions detallades per personalitzar com es mostren els elements del joc en diferents condicions de contrast.

La finestra inclou una taula on es poden veure totes les configuracions d'alt contrast creades. Cada fila de la taula representa una configuració i inclou camps per al nom

de la configuració, l'etiqueta, el color, la distància mínima i màxima del color, el color del contorn, el gruix del contorn i la distància d'esvaïment del contorn. Aquests camps permeten especificar com s'aplicaran els ajustos d'alt contrast als elements del joc, assegurant que els colors aplicats siguin prou contrastats per ser visibles per a persones amb discapacitats visuals.

A més de la taula de configuracions, la finestra proporciona una secció d'ajustos globals on es poden configurar paràmetres generals per a totes les configuracions d'alt contrast, com el nom global de la configuració i l'opció de previsualització en temps real dins de l'Editor de Unity. La previsualització permet als desenvolupadors veure immediatament com els ajustos afecten els elements del joc, facilitant l'ajustament i l'optimització de les configuracions. Això és especialment útil per assegurar-se que els ajustos proporcionen el nivell desitjat de contrast i visibilitat. En tancar la finestra, si la previsualització estava activada, es desactiva automàticament per evitar canvis no desitjats en la visualització del joc.

A la part inferior de la finestra hi ha diversos botons per facilitar la gestió de les configuracions. El botó de guardar permet desar totes les configuracions actuals. Per poder guardar correctament la configuració caldrà afegir un nom al camp nom. El botó de refresc actualitza la previsualització de les configuracions d'alt contrast, útil quan es fan canvis que requereixen una nova aplicació dels ajustos. Els botons per afegir noves configuracions permeten ampliar ràpidament les opcions disponibles, afegint noves configuracions d'alt contrast en blocs d'1, 5 o 10 configuracions.



II-lustració 24 - Finestra d'alt contrast

6.1.7. Finestra de reassignació de controls

La finestra de reassignació de controls és una eina que permet als desenvolupadors crear i gestionar esquemes de control per millorar l'experiència de joc per persones amb mobilitat reduïda. Aquesta finestra està dissenyada per proporcionar una interfície intuïtiva per personalitzar els esquemes de control disponibles en el projecte, permetent als desenvolupadors ajustar les configuracions de controls per a diferents dispositius i necessitats dels jugadors.

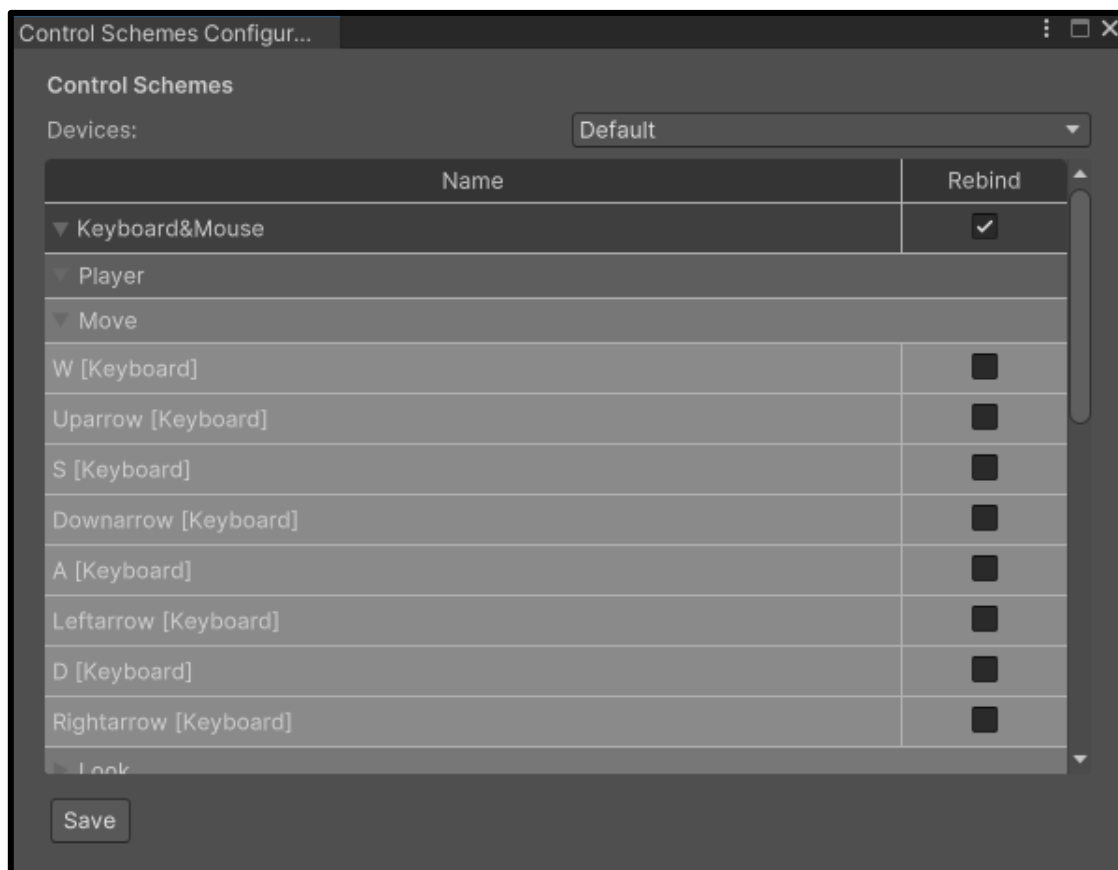
A la part superior de la finestra, es pot veure un desplegable que permet seleccionar els dispositius de control per als quals es vol configurar els esquemes de control. Aquest desplegable inclou una opció per veure tots els dispositius disponibles, així com opcions específiques per a diferents dispositius detectats en el "InputActionAsset" proporcionat.

Després de seleccionar els dispositius, es genera una taula que mostra els esquemes de control disponibles per als dispositius seleccionats. Cada esquema de control es presenta amb el seu nom i un botó de desplegament que permet mostrar o amagar

els detalls de configuració de cada esquema. Els desenvolupadors poden activar o desactivar cada esquema de control mitjançant una casella de selecció que també controla la capacitat d'editar les vinculacions dels controls associats.

Cada esquema de control conté diverses accions agrupades per mapes d'acció. Els mapes d'acció representen diferents grups de controls que es poden expandir per mostrar les accions específiques i les seves vinculacions. Cada acció té un botó de desplegament per mostrar o amagar les vinculacions dels controls, permetent als desenvolupadors veure i ajustar les vinculacions específiques per a cada acció. Les vinculacions es presenten en un format llegible, mostrant el camí del dispositiu i el control associat, i es poden activar o desactivar individualment mitjançant caselles de selecció.

La finestra també inclou un botó de guardar a la part inferior, que permet desar totes les configuracions actuals. Les configuracions establertes en aquesta finestra tan sols serveixen per a la plantilla de configuració de reassignació de controls. ja que simplement activen i desactiven els botons que conformen els components `RebindActionUI` de la mateixa plantilla. Malgrat això, gràcies a la implementació de l'API, el desenvolupador disposa de funcions per reassignar els controls per les accions que desitgi.



Il·lustració 25 - Finestra de re-assignació de controls

6.1.8. Finestra d'AudioManager

La finestra de l'AudioManager és una eina que permet als desenvolupadors gestionar i configurar les fonts d'àudio i els clips d'àudio associats en el projecte que es trobin treballant. Aquesta eina està dissenyada per facilitar la creació, edició i organització de fonts d'àudio, permetent als desenvolupadors ajustar els paràmetres d'àudio de manera intuïtiva i eficient.

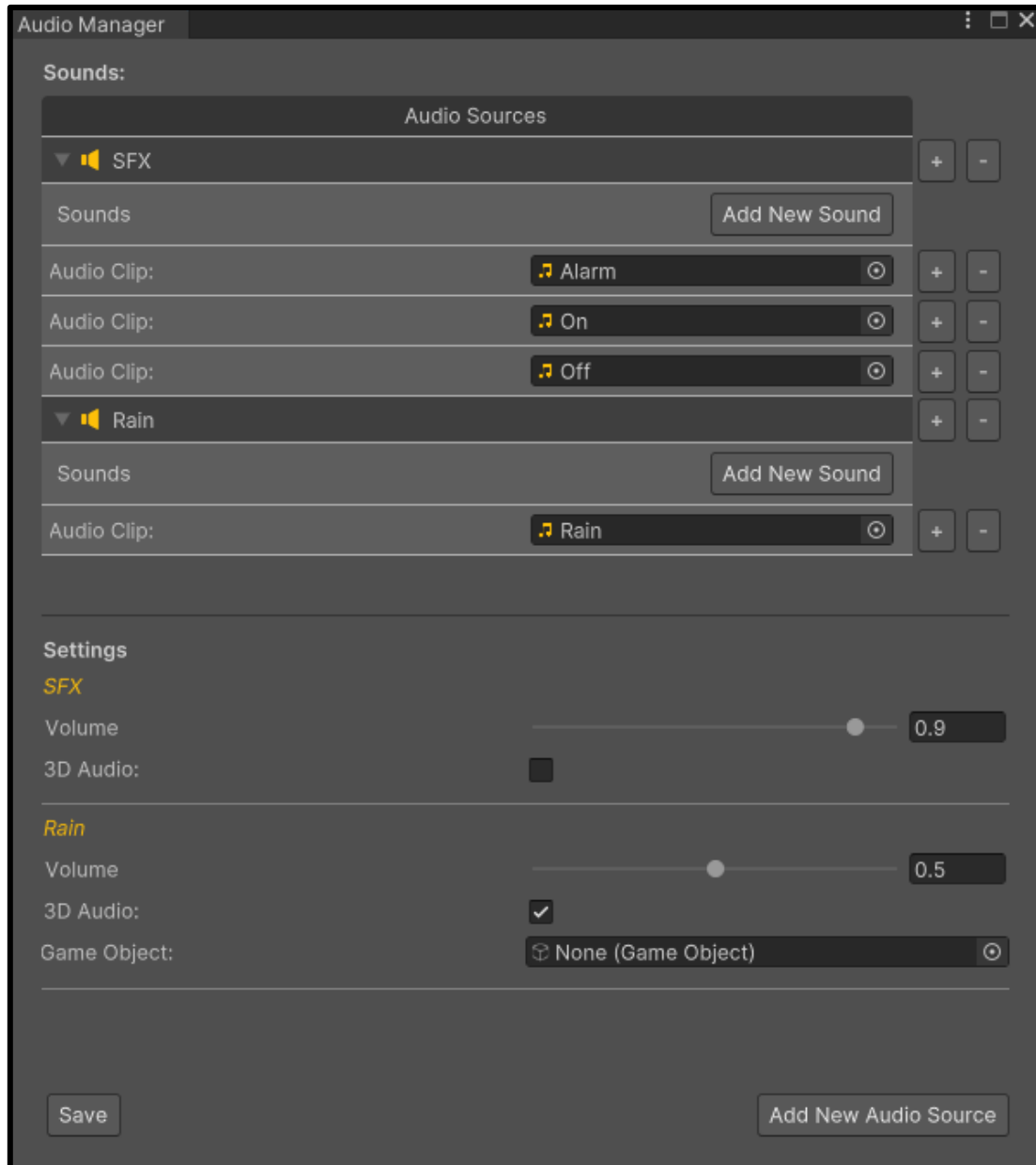
A la part superior de la finestra, es pot veure una taula que llista totes les fonts d'àudio existents. Aquesta taula inclou el nom de cada font d'àudio, així com botons per afegir o eliminar fonts. Cada fila de la taula representa una font d'àudio i es pot expandir per mostrar els clips d'àudio associats. Els desenvolupadors poden afegir nous clips d'àudio a una font específica, eliminant clips existents, o reordenar els clips dins d'una font.

Per cada font d'àudio, es pot configurar diversos paràmetres com el nom de la font, el volum, si l'àudio és en 3D, i l'objecte de joc associat si és un àudio en 3D. Aquests

paràmetres es poden ajustar fàcilment mitjançant camps de text, “sliders” i camps d'objectes. Quan es crea o es selecciona una nova font d'àudio, es pot veure i editar els seus paràmetres al contenidor de configuracions, que es troba just sota la taula de fonts d'àudio.

El contenidor de configuracions proporciona una interfície detallada per ajustar els paràmetres d'àudio específics per a cada font d'àudio. Inclou camps per al volum, un interruptor per activar o desactivar l'àudio en 3D, i un camp d'objecte per seleccionar l'objecte de joc associat en cas de ser un àudio en 3D. Això permet als desenvolupadors ajustar amb precisió com es comportarà cada font d'àudio dins del joc.

A la part inferior de la finestra, hi ha diversos botons d'acció per gestionar les fonts i els clips d'àudio. Un botó de guardar permet desar totes les configuracions actuals, assegurant que els ajustos es desin i estiguin disponibles per a futures sessions d'edició. També hi ha un botó per afegir noves fonts d'àudio, facilitant l'expansió ràpida de la configuració d'àudio del projecte.



Il·lustració 26 - Finestra d'AudioManager

6.2. API

Per poder utilitzar les configuracions d'accessibilitat que han estat guardades en objectes JSON cal crear una API perquè el desenvolupador pugui cridar totes les funcions relacionades amb aquestes configuracions. Des de poder executar un subtítol fins a poder canviar la mida o el color d'un text. És aquí on entra en escena l'objecte anteriorment creat "ACC_AccessibilityManager". Aquest contindrà l'script "ACC_AccessibilityManager" que seguirà un patró Singleton i es convertirà en un objecte no destruïble entre escenes. D'aquesta manera es convertirà en un objecte accessible en qualsevol instant de joc, i actuarà com una API en la qual es declararan totes les crides necessàries per treballar amb les configuracions guardades. Cal mencionar que totes les crides han de ser cridades després del mètode "Awake" perquè si no l'objecte no estarà creat i es cridarà a una referència nul·la. El mòdul principal disposa de les següents crides:

- **ACC_AccessibilityManager Instance.** Atribut per cridar la instància Singleton de la classe ACC_AccessibilityManager.
- **ACC_AudioAccessibility AudioAccessibility.** Atribut que representa el mòdul relacionat amb les funcions orientades a les discapacitats auditives.
- **ACC_VisualAccessibilty VisualAccessibility.** Atribut que representa el mòdul relacionat amb les funcions orientades a les discapacitats visuals.
- **ACC_MobilityAccessibilty MobilityAccessibility.** Atribut que representa el mòdul relacionat amb les funcions orientades a les discapacitats motores.
- **ACC_MultifunctionalAccessibilty MultifunctionalAccessibility.** Atribut que representa el mòdul relacionat amb les funcions orientades a múltiples discapacitats.
- **EnableCanvas().** Activa el "Canvas" de l'eina d'accessibilitat.
- **DisableCanvas().** Desactiva el "Canvas" de l'eina d'accessibilitat.
- **LoadAllUserPreferences().** Carregarà i configurarà totes les configuracions guardades pel jugador a PlayerPrefs.

No obstant això, per poder fer una millor gestió de tot el codi de l'API, es dividiran les diferents crides en funció del perfil d'accessibilitat amb el que es tracti. A continuació es descriuran cadascun d'aquests mòduls.

6.2.1. Accessibilitat orientada a les discapacitats auditives

La classe `ACC_AudioAccessibility` és una classe dissenyada per gestionar les funcions d'accessibilitat d'àudio, incloent-hi subtítols i notificacions visuals. Aquesta classe proporciona una sèrie de funcions per activar i desactivar aquestes funcions, carregar preferències d'usuari, i ajustar diversos paràmetres relacionats amb els subtítols i les notificacions visuals.

`ACC_AudioAccessibility` manté un diccionari per a l'estat de les funcions d'àudio (`audioFeatureStates`), permetent activar o desactivar individualment cada funció d'àudio. Aquesta classe treballa conjuntament amb `ACC_SubtitlesManager` i `ACC_VisualNotificationManager` per gestionar les funcionalitats de subtítols i notificacions visuals, respectivament. A través de diversos mètodes, l'estat de cada funció es pot inicialitzar, ajustar i restablir segons sigui necessari. Les funcions generals inclouen:

- **SetFeatureState:** Estableix l'estat d'una funció d'àudio especificada (subtítols o notificació visual) com activada o desactivada.
- **GetFeatureState:** Retorna l'estat actual de la funció d'àudio especificada, segons les preferències de l'usuari.
- **ResetFeatureState:** Restableix l'estat de la funció d'àudio especificada als seus valors per defecte.
- **LoadUserPreferences:** Carrega les preferències d'accessibilitat d'àudio de l'usuari.

Subtítols

Les funcions de subtítols proporcionen una àmplia gamma d'opcions per ajustar i gestionar els subtítols dins del joc. Les opcions de personalització disponibles permeten als usuaris adaptar l'aparença i el comportament dels subtítols a les seves necessitats individuals, fent que l'experiència de joc sigui més inclusiva i agradable. Les funcions disponibles inclouen:

- **EnableSubtitlesMenu:** Activa el menú de subtítols mitjançant el `ACC_SubtitlesManager`. També amaga les notificacions visuals mentre el menú està actiu.
- **DisableSubtitlesMenu:** Desactiva el menú de subtítols i torna a mostrar les notificacions visuals.
- **ShowSubtitles:** Activa o desactiva els subtítols en funció del paràmetre entrat. A diferència de la funció `SetFeatureState` no canvia l'estat. Serveix per activar i desactivar sense afectar a la persistència de dades.
- **PlaySubtitle:** Reprodueix el subtítol especificat pel seu nom després de carregar les preferències de l'usuari.
- **ShowActorsName:** Activa o desactiva la visualització dels noms dels actors en els subtítols i desa aquesta configuració.
- **GetActorsNameEnabled:** Retorna l'estat actual de la configuració de visualització dels noms dels actors.
- **ResetActorsName:** Restableix la configuració de visualització dels noms dels actors als valors predeterminats.
- **ShowActorsNameColors:** Activa o desactiva la coloració dels noms dels actors en els subtítols i desa aquesta configuració.
- **GetActorsNameColorsEnabled:** Retorna l'estat actual de la configuració de coloració dels noms dels actors.
- **ResetActorsNameColors:** Restableix la configuració de coloració dels noms dels actors als valors predeterminats.
- **ChangeSubtitleFontColor:** Canvia el color de la font dels subtítols i desa aquesta configuració.
- **GetSubtitleFontColor:** Retorna el color de la font dels subtítols des de les preferències de l'usuari.

- **ResetSubtitleFontColor:** Restableix el color de la font dels subtítols als valors predeterminats.
- **ChangeSubtitleBackgroundColor:** Canvia el color de fons dels subtítols i desa aquesta configuració.
- **GetSubtitleBackgroundColor:** Retorna el color de fons dels subtítols des de les preferències de l'usuari.
- **ResetSubtitleBackgroundColor:** Restableix el color de fons dels subtítols als valors predeterminats.
- **ChangeSubtitleFontSize:** Canvia la mida de la font dels subtítols i desa aquesta configuració.
- **GetSubtitleFontSize:** Retorna la mida de la font dels subtítols des de les preferències de l'usuari.
- **ResetSubtitleFontSize:** Restableix la mida de la font dels subtítols als valors predeterminats.
- **LoadUserPreferencesSubtitles:** Carrega les preferències de l'usuari per als subtítols.
- **ResetSubtitleSettings:** Restableix totes les configuracions de subtítols als valors predeterminats i elimina les preferències emmagatzemades.

Notificacions Visuals

Les funcions de notificacions visuals ofereixen opcions per personalitzar la presentació de les notificacions visuals dins del joc. Aquestes notificacions proporcionen indicacions visuals per a esdeveniments d'àudio, ajudant els jugadors amb discapacitat auditiva a seguir el flux del joc. Les opcions de personalització permeten ajustar l'alineació, el temps en pantalla, el color de la font i el color de fons per garantir que les notificacions siguin visibles i fàcilment comprensibles en qualsevol entorn de joc. Les funcions inclouen:

- **EnableVisualNotificationMenu:** Activa el menú de notificacions visuals mitjançant el ACC_VisualNotificationManager. També amaga els subtítols mentre el menú està actiu.
- **DisableVisualNotificationMenu:** Desactiva el menú de notificacions visuals i torna a mostrar els subtítols.

- **ShowVisualNotification:** Activa o desactiva les notificacions visuals en funció del paràmetre entrat. A diferència de la funció SetFeatureState no canvia l'estat. Serveix per activar i desactivar sense afectar a la persistència de dades.
- **PlayVisualNotification:** Reprodueix una notificació visual especificada pel seu tipus, després de carregar les preferències de l'usuari.
- **PlayVisualNotification:** (Sobrecàrrega) Reprodueix una notificació visual amb una font i clip d'àudio especificats.
- **ChangeVisualNotificationHorizontalAlignment:** Canvia l'alineació horitzontal de les notificacions visuals i desa aquesta configuració.
- **GetVisualNotificationHorizontalAlignment:** Retorna l'alineació horitzontal de les notificacions visuals des de les preferències de l'usuari.
- **ResetVisualNotificationHorizontalAlignment:** Restableix l'alineació horitzontal de les notificacions visuals als valors predeterminats.
- **ChangeVisualNotificationVerticalAlignment:** Canvia l'alineació vertical de les notificacions visuals i desa aquesta configuració.
- **GetVisualNotificationVerticalAlignment:** Retorna l'alineació vertical de les notificacions visuals des de les preferències de l'usuari.
- **ResetVisualNotificationVerticalAlignment:** Restableix l'alineació vertical de les notificacions visuals als valors predeterminats.
- **ChangeVisualNotificationTimeOnScreen:** Canvia la durada de les notificacions visuals en pantalla i desa aquesta configuració.
- **GetVisualNotificationTimeOnScreen:** Retorna la durada de les notificacions visuals en pantalla des de les preferències de l'usuari.
- **ChangeVisualNotificationFontColor:** Canvia el color de la font de les notificacions visuals i desa aquesta configuració.
- **GetVisualNotificationFontColor:** Retorna el color de la font de les notificacions visuals des de les preferències de l'usuari.
- **ResetVisualNotificationFontColor:** Restableix el color de la font de les notificacions visuals als valors predeterminats.
- **ChangeVisualNotificationBackgroundColor:** Canvia el color de fons de les notificacions visuals i desa aquesta configuració.

- **GetVisualNotificationBackgroundColor:** Retorna el color de fons de les notificacions visuals des de les preferències de l'usuari.
- **ResetVisualNotificationBackgroundColor:** Restableix el color de fons de les notificacions visuals als valors predeterminats.
- **ChangeVisualNotificationFontSize:** Canvia la mida de la font de les notificacions visuals i desa aquesta configuració.
- **GetVisualNotificationFontSize:** Retorna la mida de la font de les notificacions visuals des de les preferències de l'usuari.
- **ResetVisualNotificationFontSize:** Restableix la mida de la font de les notificacions visuals als valors predeterminats.
- **LoadUserPreferencesVisualNotification:** Carrega les preferències de l'usuari per a les notificacions visuals.
- **ResetVisualNotificationSettings:** Restableix totes les configuracions de notificacions visuals als valors predeterminats i elimina les preferències emmagatzemades.

6.2.2. Accessibilitat orientada a la discapacitats visuals

La classe `ACC_VisualAccessibility` és una classe dissenyada per gestionar les funcions d'accessibilitat visual, concretament el mode d'alt contrast. Aquesta classe proporciona una sèrie de funcions per activar i desactivar aquestes funcions, carregar preferències d'usuari, i ajustar diversos paràmetres relacionats amb l'alt contrast.

`ACC_VisualAccessibility` manté una instància del `ACC_HighContrastManager`, la qual cosa permet gestionar el mode d'alt contrast. Les funcions generals inclouen la inicialització de l'estat de les funcions, la configuració de l'estat de les funcions, la recuperació de l'estat actual de les funcions, i el restabliment de l'estat de les funcions a la seva configuració per defecte. A més, hi ha una funció per carregar i aplicar les preferències d'accessibilitat visual de l'usuari. Les funcions globals que conformen la classe són les següents:

- **SetFeatureState:** Estableix l'estat d'una funció d'accessibilitat visual especificada com activada o desactivada.
- **GetFeatureState:** Recupera l'estat actual d'una funció d'accessibilitat visual especificada.

- **ResetFeatureState:** Restableix l'estat d'una funció d'accessibilitat visual especificada als seus valors per defecte.
- **LoadUserPreferences:** Carrega les preferències d'accessibilitat visual de l'usuari i les aplica.

Mode d'Alt Contrast

El mode d'alt contrast és una funció d'accessibilitat visual crucial que serveix per millorar la visibilitat del contingut del joc als jugadors amb problemes de visió. Aquest mode canvia els colors de l'escena per garantir un millor contrast i una visibilitat òptima. Les funcions proporcionades per aquesta classe permeten als desenvolupadors activar o desactivar el mode d'alt contrast, ajustar configuracions específiques, i carregar preferències d'usuari. Aquestes opcions garanteixen que els jugadors puguin personalitzar l'experiència de joc segons les seves necessitats visuals, fent que el joc sigui més accessible i inclusiu. Les funcions relacionades amb aquest mode són les següents:

- **EnableHighContrastMenu:** Activa el menú d'alt contrast a través del `ACC_HighContrastManager`. Aquesta funció permet als usuaris accedir a les opcions d'alt contrast i ajustar-les segons les seves preferències.
- **DisableHighContrastMenu:** Desactiva el menú d'alt contrast. Aquesta funció es pot utilitzar per tancar el menú d'alt contrast i tornar a la configuració de joc normal.
- **ChangeHighContrastConfiguration:** Canvia la configuració d'alt contrast basant-se en un fitxer de configuració JSON proporcionat. Aquesta funció permet als usuaris canviar fàcilment entre diferents configuracions d'alt contrast.
- **GetCurrentHighContrastConfiguration:** Recupera la configuració d'alt contrast actual de les preferències de l'usuari. Retorna una cadena que representa la configuració d'alt contrast actual, i "Default" si no hi ha cap configuració especificada.
- **GetHighContrastConfigurations:** Recupera una llista de les configuracions d'alt contrast disponibles. Aquesta funció proporciona als usuaris una llista de les configuracions que poden triar per millorar la seva experiència de joc.

- **LoadUserPreferencesHighContrast:** Carrega les preferències d'alt contrast de l'usuari des de la configuració i les aplica. Aquesta funció assegura que les preferències d'accessibilitat visual de l'usuari s'apliquin correctament cada vegada que es carrega el joc.
- **ResetHighContrastConfiguration:** Restableix la configuració d'alt contrast al seu estat per defecte. Aquesta funció es pot utilitzar per restablir ràpidament les configuracions d'alt contrast als seus valors inicials, eliminant qualsevol ajust personalitzat realitzat pels usuaris.

6.2.3. Accessibilitat orientada a la discapacitats motores

La classe ACC_MobilityAccessibility és una classe per gestionar les funcions d'accessibilitat relacionades amb la mobilitat. Aquesta classe permet als desenvolupadors configurar, activar i ajustar les opcions de reassignació dels controls per assegurar que els jugadors puguin personalitzar els controls segons les seves necessitats específiques de mobilitat.

ACC_MobilityAccessibility gestiona una instància del ACC_RemapControlsManager, que facilita la configuració i el control de les funcions de remapeig dels controls. Les funcions generals inclouen la inicialització de l'estat de les funcions, la configuració de l'estat de les funcions, la recuperació de l'estat actual de les funcions, i el restabliment de l'estat de les funcions a la seva configuració per defecte. A més, hi ha una funció per carregar i aplicar les preferències d'accessibilitat de mobilitat de l'usuari. Les funcions globals són les següents:

- **SetFeatureState:** Estableix l'estat d'una funció de mobilitat especificada com activada o desactivada.
- **GetFeatureState:** Recupera l'estat actual d'una funció de mobilitat especificada basant-se en les preferències de l'usuari.
- **ResetFeatureState:** Restableix l'estat d'una funció de mobilitat especificada als seus valors per defecte.
- **LoadUserPreferences:** Carrega les preferències d'accessibilitat de mobilitat de l'usuari i les aplica, assegurant que els ajustos personalitzats de l'usuari es reflecteixin correctament en el joc.

Reassignació de Controls

El remapeig de controls és una funció d'accessibilitat de mobilitat essencial que permet als jugadors personalitzar els controls del joc segons les seves preferències individuals. Aquesta funció és especialment útil per als jugadors amb necessitats específiques de mobilitat, ja que els permet ajustar els controls per a una experiència de joc més còmoda i accessible. Les funcions proporcionades per aquesta classe permeten als desenvolupadors activar o desactivar el remapeig de controls, ajustar configuracions específiques, i carregar preferències d'usuari. Aquestes opcions garanteixen que els jugadors puguin personalitzar l'experiència de joc segons les seves necessitats de mobilitat, fent que el joc sigui més accessible i inclusiu. Les funcions que inclou aquesta prestació són les següents:

- **EnableRemapControlsMenu:** Mostra el menú de reassignació de controls per a un dispositiu específic. Aquesta funció permet als usuaris accedir a les opcions de remapeig de controls i ajustar-les segons les seves preferències.
- **DisableRemapControlsMenu:** Oculta el menú de reassignació de controls. Aquesta funció es pot utilitzar per tancar el menú de remapeig de controls i tornar a la configuració de joc normal.
- **ChangeControlScheme:** Canvia l'esquema de control actual l'especificat. Aquesta funció permet als usuaris canviar fàcilment entre diferents esquemes de control.
- **ChangeBinding:** Actualitza una vinculació específica per a una acció donada, reemplaçant-la amb una nova vinculació. Aquesta funció permet als usuaris personalitzar completament les seves vinculacions de controls.
- **ResetBinding:** Restableix una vinculació específica per a una acció donada al seu estat per defecte. Aquesta funció és útil per revertir canvis no desitjats en les vinculacions de controls.
- **ResetAllBindings:** Restableix totes les vinculacions als seus ajustos per defecte. Aquesta funció proporciona una manera ràpida de revertir tots els canvis realitzats en les vinculacions de controls.
- **LoadUserPreferencesRemapControls:** Carrega les preferències de remapeig de controls de l'usuari des de la configuració i les aplica. Aquesta funció assegura que les preferències d'accessibilitat de mobilitat de l'usuari s'apliquin correctament cada vegada que es carrega el joc.

- **ResetControlSchemeBindings:** Restableix totes les vinculacions associades a un esquema de control específic als seus ajustos per defecte. Aquesta funció permet restablir ràpidament un esquema de control sencer als seus valors inicials, eliminant qualsevol ajust personalitzat realitzat pels usuaris.

6.2.4. Accessibilitat orientada a múltiples discapacitats

La classe `ACC_MultifunctionalAccessibility` gestiona les funcions d'accessibilitat relacionades amb múltiples discapacitats. En concret es treballa amb el controlador d'àudio, ja que en aquest poden intervenir diverses discapacitats. Aquesta classe permet als desenvolupadors configurar, activar i ajustar diverses opcions d'àudio per garantir una experiència de joc més accessible per a tots els jugadors.

`ACC_MultifunctionalAccessibility` administra una instància del `ACC_AudioManager`, que facilita la configuració i el control de les funcions d'àudio. Les funcions generals inclouen la inicialització de l'estat de les funcions, la configuració de l'estat de les funcions, la recuperació de l'estat actual de les funcions, i el restabliment de l'estat de les funcions a la seva configuració per defecte. A més, hi ha una funció per carregar i aplicar les preferències d'accessibilitat de les funcions multifuncionals de l'usuari. Les funcions globals són les següents:

- **SetFeatureState:** Estableix l'estat d'una funció multifuncional especificada com activada o desactivada.
- **GetFeatureState:** Recupera l'estat actual d'una funció multifuncional especificada basant-se en les preferències de l'usuari.
- **ResetFeatureState:** Restableix l'estat d'una funció multifuncional especificada als seus valors per defecte.
- **LoadUserPreferences:** Carrega les preferències d'accessibilitat multifuncionals de l'usuari i les aplica, assegurant que els ajustos personalitzats de l'usuari es reflecteixin correctament en el joc.

AudioManager

La gestió de l'àudio és una funció multifuncional essencial que permet als jugadors personalitzar la seva experiència auditiva segons les seves preferències individuals. Aquesta funció és especialment útil per als jugadors que necessiten ajustar els nivells

d'àudio o gestionar diferents fonts d'àudio per una millor experiència de joc. Les funcions proporcionades per aquesta classe permeten als desenvolupadors activar o desactivar el gestor d'àudio, ajustar configuracions específiques, i carregar preferències d'usuari. Les funcions són les següents:

- **EnableAudioManagerMenu:** Mostra el menú del gestor d'àudio, permetent als usuaris accedir i ajustar les opcions d'àudio segons les seves preferències.
- **DisableAudioManagerMenu:** Oculta el menú del gestor d'àudio, permetent als usuaris tornar a la configuració de joc normal.
- **GetAudioSource:** Recupera un objecte AudioSource basat en un identificador especificat, permetent accedir a una font d'àudio concreta.
- **Get3DAudioSource:** Recupera un objecte AudioSource 3D basat en un identificador de GameObject, permetent accedir a una font d'àudio 3D concreta.
- **GetAllAudioSources:** Recupera una llista de tots els objectes AudioSource actualment gestionats pel gestor d'àudio, facilitant la gestió de múltiples fonts d'àudio.
- **GetAll3DAudioSources:** Recupera una llista de tots els objectes AudioSource 3D actualment gestionats pel gestor d'àudio, facilitant la gestió de múltiples fonts d'àudio 3D.
- **PlaySound:** Reprodueix un so utilitzant la font d'àudio i el clip especificats, permetent als usuaris sentir sons específics dins del joc.
- **Play3DSound:** Reprodueix un so 3D utilitzant la font d'àudio, el clip d'àudio i el GameObject especificats, permetent als usuaris sentir sons 3D específics dins del joc.
- **PlayOneShot:** Reprodueix un clip de so una sola vegada utilitzant la font d'àudio especificada, ideal per a efectes de so puntuals.
- **Play3DOneShot:** Reprodueix un clip de so 3D una sola vegada utilitzant la font d'àudio i el GameObject especificats, ideal per a efectes de so 3D puntuals.
- **StopSound:** Atura la reproducció del so des de la font d'àudio especificada, permetent als usuaris controlar la reproducció de l'àudio.
- **Stop3DSound:** Atura la reproducció del so 3D associat amb el GameObject especificat, permetent als usuaris controlar la reproducció de l'àudio 3D.

- **StopAllSounds:** Atura tots els sons que s'estan reproduint actualment, proporcionant un control total sobre l'àudio del joc.
- **StopAll3DSounds:** Atura tots els sons 3D que s'estan reproduint actualment, proporcionant un control total sobre l'àudio 3D del joc.
- **SetVolume:** Estableix el volum per a una font d'àudio específica, permetent als usuaris ajustar els nivells de volum segons les seves preferències.
- **GetVolume:** Recupera el nivell de volum per a una font d'àudio específica, permetent als usuaris veure el volum actual d'una font d'àudio.
- **LoadPreferencesAudioSourceVolumes:** Configura tots els volums de les fonts d'àudio segons les preferències guardades de l'usuari, assegurant una experiència auditiva consistent.
- **ResetAudioManagerConfiguration:** Restableix les configuracions del gestor d'àudio als seus valors per defecte, permetent revertir qualsevol canvi realitzat.

6.2.5. Persistència de dades

La classe `ACC_AccessibilitySettingsKeys` defineix un conjunt de constants que s'utilitzen com a claus per a emmagatzemar i recuperar les configuracions d'accessibilitat a Unity utilitzant `PlayerPrefs`. `PlayerPrefs` és una classe proporcionada per Unity que permet emmagatzemar i recuperar dades de configuració de manera persistent entre sessions de joc. Això és crucial per a garantir que les preferències d'accessibilitat dels usuaris es mantinguin al llarg del temps, proporcionant una experiència d'usuari personalitzada i consistent.

Aquestes claus s'utilitzen per a desar diferents configuracions relacionades amb l'accessibilitat, incloent-hi subtítols, notificacions visuals, modes d'alt contrast, reassignació de controls i gestió d'àudio. A continuació es detallen les claus específiques i el seu propòsit:

Subtítols

- **SubtitlesEnabled:** Desa si els subtítols estan habilitats o inhabilitats.
- **ActorsNameEnabled:** Desa si es mostra el nom dels actors en els subtítols.
- **ActorsNameColorsEnabled:** Desa si els noms dels actors en els subtítols estan acolorits.
- **ActorFontColor:** Desa el color de la font dels noms dels actors en els subtítols.

- **SubtitleFontColor:** Desa el color de la font dels subtítols.
- **SubtitleBackgroundColor:** Desa el color de fons dels subtítols.
- **SubtitleFontSize:** Desa la mida de la font dels subtítols.

Notificacions Visuals

- **VisualNotificationEnabled:** Desa si les notificacions visuals estan habilitades o deshabilitades.
- **VisualNotificationHorizontalAlignment:** Desa l'alineació horitzontal de les notificacions visuals (Esquerra, Centre, Dreta).
- **VisualNotificationVerticalAlignment:** Desa l'alineació vertical de les notificacions visuals (Dalt, Centre, Baix).
- **VisualNotificationTimeOnScreen:** Desa el temps que les notificacions visuals romanen en pantalla.
- **VisualNotificationFontSize:** Desa la mida de la font de les notificacions visuals.
- **VisualNotificationFontColor:** Desa el color de la font de les notificacions visuals.
- **VisualNotificationBackgroundColor:** Desa el color de fons de les notificacions visuals.

Alt Contrast

- **HighContrastEnabled:** Desa si el mode d'alt contrast està habilitat o deshabilitat.
- **HighContrastConfiguration:** Desa la configuració específica del mode d'alt contrast utilitzada.

Re-assignació de Controls

- **RemapControlsEnabled:** Desa si el remapeig de controls està habilitat o deshabilitat.

AudioManager

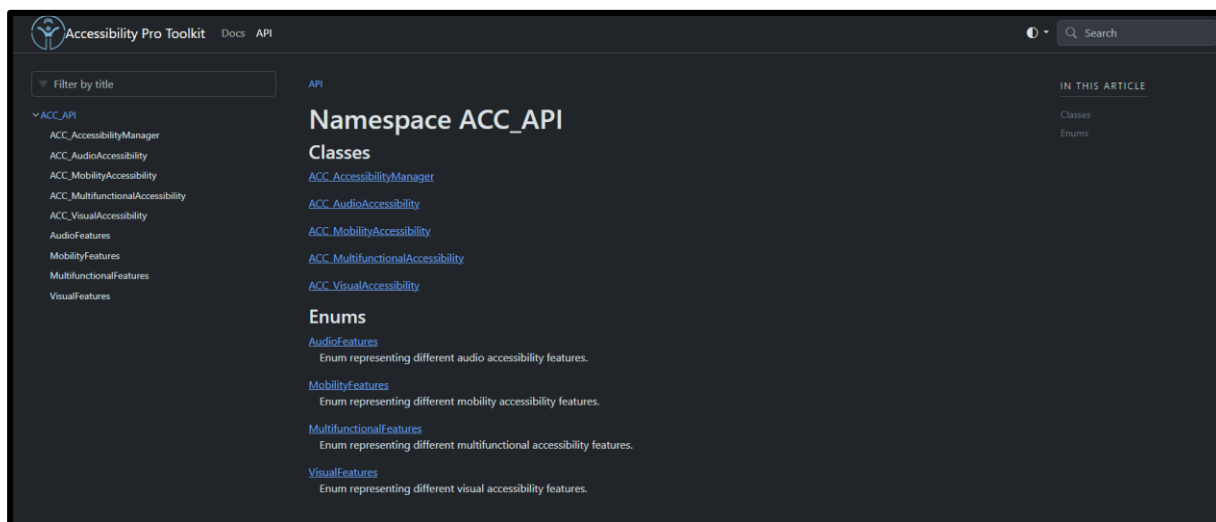
- **AudioManagerEnabled:** Desa si el gestor d'àudio està habilitat o deshabilitat.
- **AudioSourceVolume:** Desa els nivells de volum per a diferents fonts d'àudio.

6.2.6. Creació de la documentació de l'API amb DocFX

Per a assegurar una documentació completa i accessible de l'API, s'ha utilitzat DocFX, una eina poderosa per generar documentació a partir del codi font i altres recursos. DocFX permet crear documentació d'alta qualitat que es pot consultar en línia, proporcionant un punt de referència centralitzat per als desenvolupadors i usuaris interessats en l'API.

Per configurar DocFX, es crea un fitxer de configuració docfx.json on es defineixen les fonts de codi, les propietats del projecte, els continguts i les plantilles utilitzades. Un cop configurat, es genera la documentació mitjançant la comanda “docfx build”, que crea els fitxers HTML i altres recursos necessaris per a la publicació.

La documentació resultant s'ha publicat amb GithubPages al mateix repositori del projecte. D'aquesta manera qualsevol canvi efectuat en l'API s'actualitzarà sempre que executem la comanda i duquem a terme un commit dels canvis. La documentació també ofereix pàgines per mostrar al desenvolupador com instal·lar i com utilitzar l'eina d'accessibilitat.



II-Il·lustració 27 - Documentació de l'API

6.3. Plantilles

Com s'ha mencionat anteriorment, cada mesura d'accessibilitat disposa d'una plantilla que serveix com a menú de configuració. Aquestes plantilles són creades al prémer el botó "Create" de la finestra d'inicialització o al prémer el botó "Refresh Accessibility Manager" de la finestra principal de l'eina. A més a més, els menús de configuració seran carregats a partir de les configuracions guardades i poden ser cridats a partir de l'API. Si no existeix cap configuració guardada, s'establiran els valors per defecte o els valors carregats a partir de les configuracions guardades a les finestres flotants.

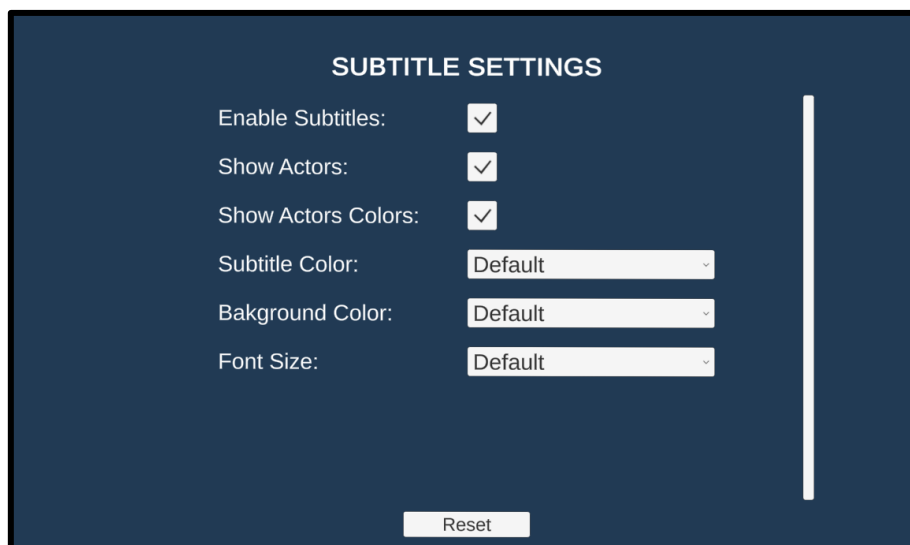
Es pot accedir a aquestes plantilles mitjançant la finestra principal i seleccionant "Edit Prefab" en aquella mesura d'accessibilitat que es desitgi o també es pot accedir a partir de la carpeta "Resources/ACC_Prefabs". Cal mencionar també que els "Prefabs" que contenen les plantilles, també contenen els controladors i les pertinents configuracions de cada mesura d'accessibilitat. A continuació, es mostren les plantilles de cada mesura d'accessibilitat.

6.3.1. Subtítols

Al menú de subtítols hi ha diverses opcions de configuració. La primera opció és "Enable Subtitles", un checkbox que permet activar o desactivar els subtítols. La segona opció és "Show Actors", un altre checkbox per mostrar els noms dels actors en els subtítols. La tercera opció és "Show Actors Colors", un checkbox per activar els colors dels actors en els subtítols.

A sota, hi ha tres menús desplegable. El primer és "Subtitle Color", que permet seleccionar el color dels subtítols. El segon és "Background Color", per seleccionar el color de fons dels subtítols. El tercer és "Font Size", que permet seleccionar la mida de la font dels subtítols. Tot i que hi ha unes opcions definides per aquests últims menús, si el desenvolupador afegeix altres valors a la configuració dels seus subtítols, es posarà per defecte el valor "Default" en el menú desplegable.

A la part inferior, hi ha el botó "Reset" que restableix totes les configuracions dels subtítols als seus valors predeterminats.



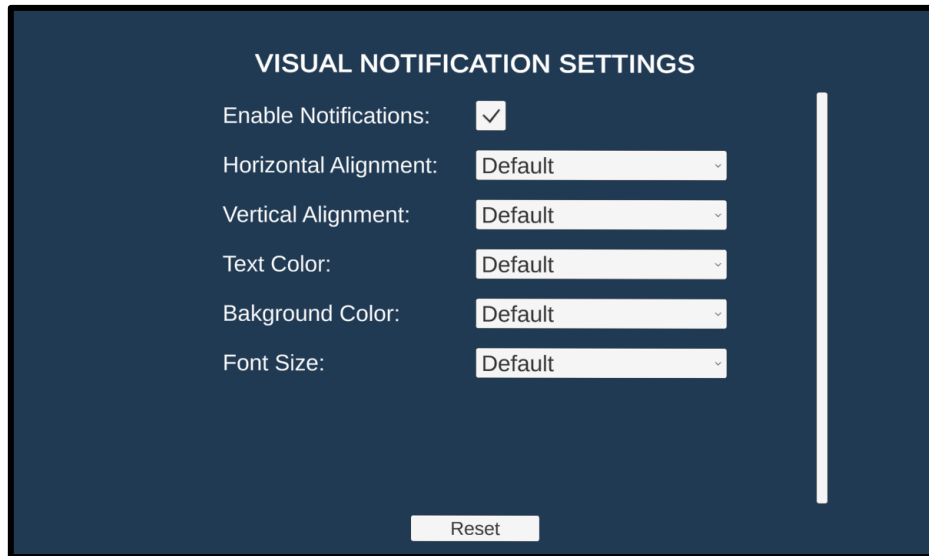
Il·lustració 28 - Plantilla de subtítols

6.3.2. Notificacions visuals

Al menú de notificacions visuals hi ha diverses opcions de configuració. La primera opció és "Enable Notifications", un checkbox que permet activar o desactivar les notificacions visuals.

A sota, hi ha diversos menús desplegable. El primer és "Horizontal Alignment", que permet seleccionar l'alineació horitzontal del text de les notificacions. El segon és "Vertical Alignment", per seleccionar l'alineació vertical del text de les notificacions. El tercer és "Text Color", que permet seleccionar el color del text. El quart és "Background Color", per seleccionar el color de fons de les notificacions. Finalment, el cinquè és "Font Size", que permet seleccionar la mida de la font del text de les notificacions. Tot i que hi ha unes opcions definides per aquests últims menús, si el desenvolupador afegeix altres valors a la configuració de les seves notificacions visuals, es posarà per defecte el valor "Default" en el menú desplegable.

A la part inferior, hi ha el botó "Reset", que restableix totes les configuracions de les notificacions visuals als seus valors predeterminats.



The image shows a dark blue configuration panel titled "VISUAL NOTIFICATION SETTINGS". It contains the following elements:

- Enable Notifications:** A checkbox that is checked.
- Horizontal Alignment:** A dropdown menu set to "Default".
- Vertical Alignment:** A dropdown menu set to "Default".
- Text Color:** A dropdown menu set to "Default".
- Background Color:** A dropdown menu set to "Default".
- Font Size:** A dropdown menu set to "Default".

A vertical scrollbar is located on the right side of the panel. At the bottom center, there is a "Reset" button.

II-lustració 29 - Plantilla de notificacions visuals

6.3.3. Alt contrast

El menú d'alt contrast no mostra tantes opcions de configuració com els anteriors. La primera opció és "Enable High Contrast", un checkbox que permet activar o desactivar el contrast alt.

Després, hi ha un menú desplegable anomenat "Configuration", que permet seleccionar la configuració específica d'alt contrast.

A la part inferior, hi ha el botó "Reset", que restableix totes les configuracions d'alt contrast als seus valors predeterminats.



The image shows a dark blue configuration panel titled "HIGH CONTRAST SETTINGS". It contains the following elements:

- Enable High Contrast:** A checkbox that is checked.
- Configuration:** A dropdown menu set to "Default".

A vertical scrollbar is located on the right side of the panel. At the bottom center, there is a "Reset" button.

II-lustració 30 - Plantilla d'alt contrast

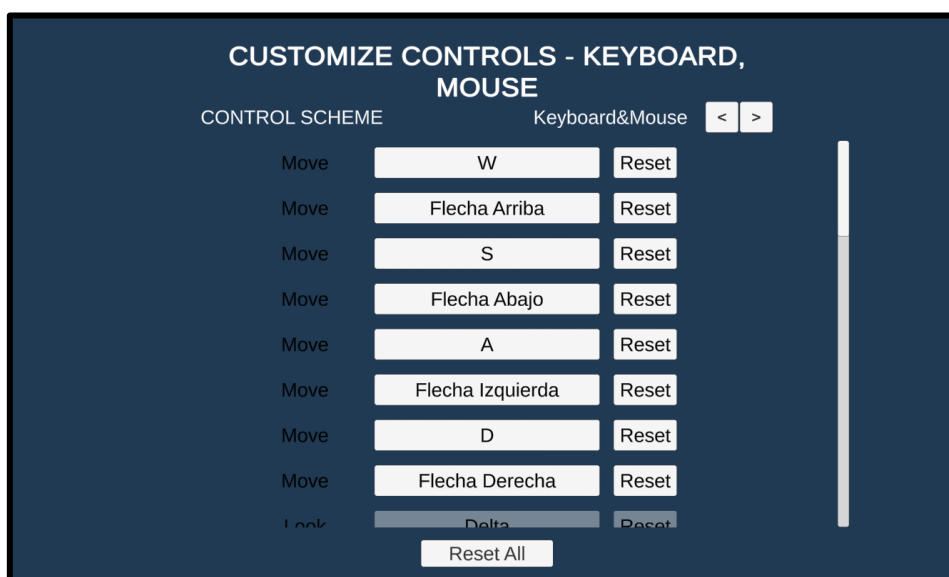
6.3.4. Re-assignació de controls

Aquesta plantilla és la plantilla amb major complexitat i és que aquesta implica molta més lògica que la resta. En primer lloc, per crear el "Prefab" correctament cal configurar l'"InputActionAsset" amb els pertinents esquemes de control per cada dispositiu i, posteriorment, cal obrir la finestra de configuració de Control Schemes, i un cop fetes les configuracions pertinents, és obligatori guardar la configuració. Un cop la configuració s'hagi guardat, el "Prefab" ja s'haurà configurat correctament.

Per altra banda, cal mencionar que el "Prefab" disposa d'un menú per cada dispositiu. En l'obrir la plantilla, el menú que apareixerà activat és el primer. No obstant això, el desenvolupador pot modificar i activar o desactivar cada menú a gust. Serà des de l'API que el desenvolupador podrà escollir quin menú del "Prefab" mostrar depenent del context.

Dins de cada menú l'usuari té l'opció de canviar d'esquema de control. I a sota, es mostren els "Bindings" associats a cada acció d'aquell esquema de control. Depenent de la configuració establerta a la finestra de configuració d'esquemes de control, algunes accions podran ser re-assignables i d'altres no.

A la part inferior, hi ha el botó "Reset", que restableix totes les accions del Control Scheme actual als controls que hi havia per defecte.



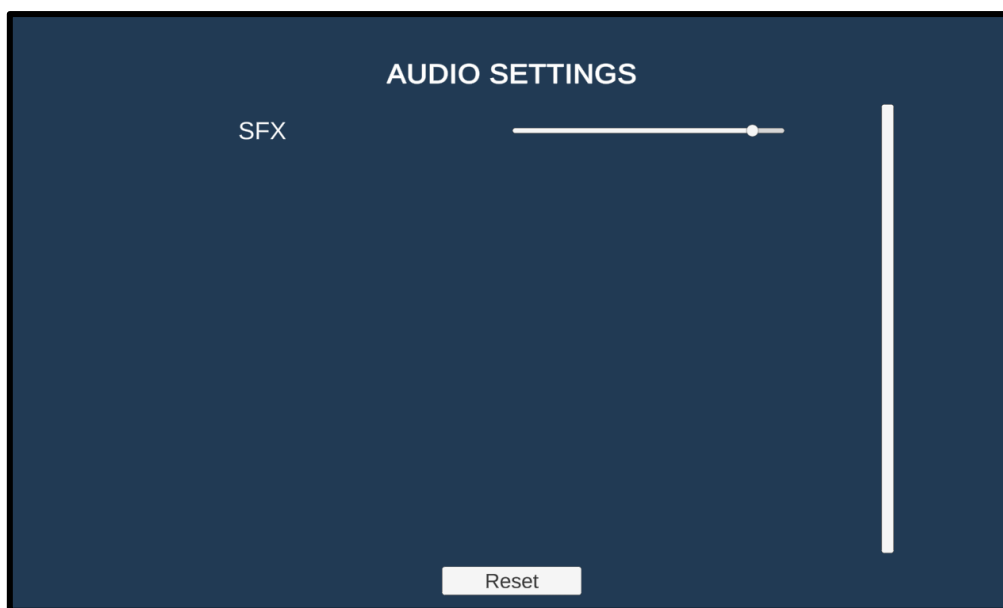
Il·lustració 31 - Plantilla de re-assignació de controls

6.3.5. Audio Manager

La plantilla de l'Audio Manager es genera igual que la resta, quan es crea l'Accessibility Manager. Malgrat això, aquesta s'actualitza per cada canvi que fem a la finestra flotant per configurar l'àudio.

Aquesta plantilla conté un "Slider" per cada font d'àudio 2D. Aquest Slider permet a l'usuari ajustar el volum de la font d'àudio en funció de les seves preferències.

A la part inferior, hi ha el botó "Reset", que restableix el volum de totes les fonts d'àudio als valors per defecte ajustats a la finestra flotant de control d'àudio.



II-lustració 32 - Plantilla d'AudioManager

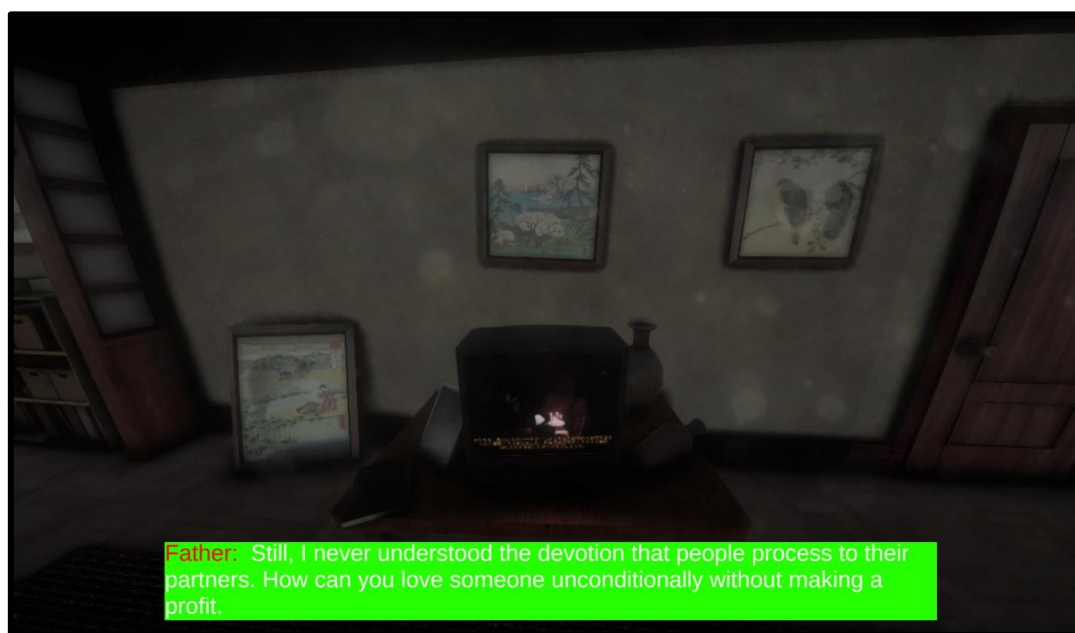
6.4. Escena de proves

Per validar totes les funcionalitats que incorpora l'eina s'ha creat una escena de prova. Aquesta permet al desenvolupador visualitzar com implementar les diverses funcionalitats i experimentar amb elles amb temps real.

Per la creació de l'escena s'han utilitzat una gran part del "Assets" que conformaven el Projecte 3D de videojocs, el joc Yokai: Found Tapes. L'escena consta del passadís inicial i el menjador del joc. En el menjador és on tindrà lloc tota la mostra d'utilitats del plugin. A continuació es farà una breu descripció de cadascuna d'elles:

Subtítols

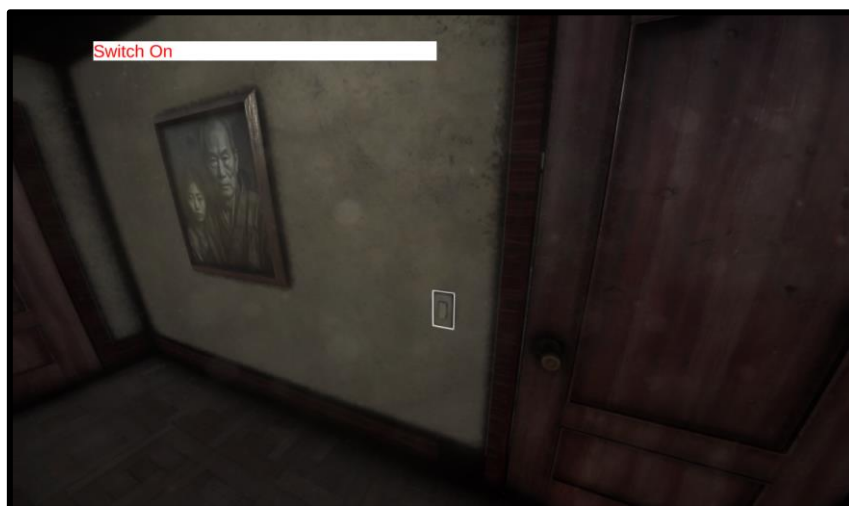
Els subtítols es poden provar agafant la cinta que hi ha a l'estudi i afegint-la al reproductor que hi ha a sota de la televisió. Un cop afegit, s'executarà un vídeo i apareixeran els subtítols d'aquest.



Il·lustració 33 - Escena de proves – Subtítols

Notificacions visuals

L'escena conté tres notificacions visuals. Les dues primeres són dues notificacions visuals afegides a l'interruptor de la llum. Una serveix per indicar el so que fa l'interruptor en encendre la llum i l'altre serveix per indicar el so que fa l'interruptor a en apagar la llum.



II-lustració 34 - Escena de proves - Notificacions visuals

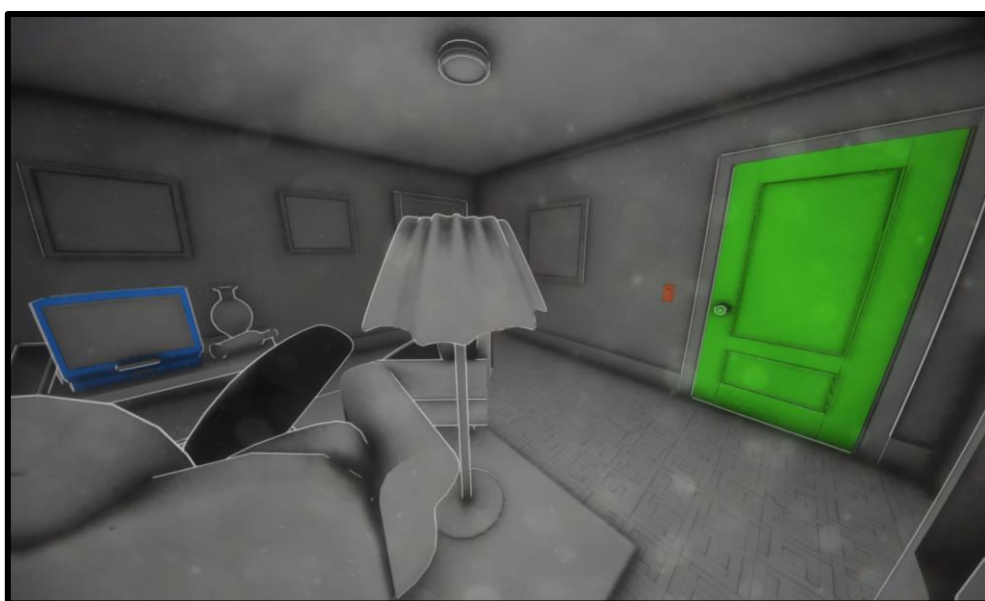
La tercera notificació visual està relacionada amb la font d'àudio 3D. Aquesta es mostrarà quan l'usuari arribi a la zona de la font d'àudio. Serveix per mostrar al desenvolupador que les notificacions visuals també poden ser utilitzades en fonts d'àudio 3D.



II-lustració 35 - Escena de proves - Notificacions visuals

Alt contrast

Per mostrar l'alt contrast, només cal tenir els “shaders” afegits a l'escena i des del menú de configuració es podrà activar i desactivar el mode d'alt contrast. Amb l'alt contrast l'usuari podrà observar dues configuracions diferents que mostren dos entorns diferents però els dos igualment preparats per a persones amb visibilitat reduïda. I és que ambdues configuracions mostren en diferents colors aquells objectes que són interactius. D'aquesta manera es pretén donar un exemple vàlid de com podria funcionar aquest mode en una escena real.



Il·lustració 36 - Escena de proves - Alt contrast

Re-assignació de controls

Per poder provar la reassignació de controls, l'usuari ha d'iniciar l'escena i seleccionar el menú de re-mapeig. Dins del menú l'usuari pot provar dos controls d'esquemes per teclat i ratolí i pot canviar els controls que estiguin habilitats.

AudioManager

L'AudioManager tan sols s'ha utilitzat per afegir dos sons a l'interruptor de la llum a la font d'àudio SFX i un so de pluja a la font d'àudio 3D. Quan l'usuari premi l'interruptor podrà sentir un so depenent de si s'encén o s'apaga la llum. Per altra banda, si l'usuari s'apropa a l'estudi podrà sentir el so de la pluja.

Menús de configuració

En prémer la tecla ESC l'usuari pot visualitzar una llista de botons amb cadascuna de les mesures d'accessibilitat. En prémer cada botó s'obrirà el menú de configuració de cada mesura d'accessibilitat. Aquí l'usuari és lliure de seleccionar diferents configuracions i veure com s'apliquen a l'escena en temps real.



Il·lustració 37 - Escena de proves - Menús de configuració

6.5. Desenvolupament addicional

6.5.1. Shaders d'alt contrast

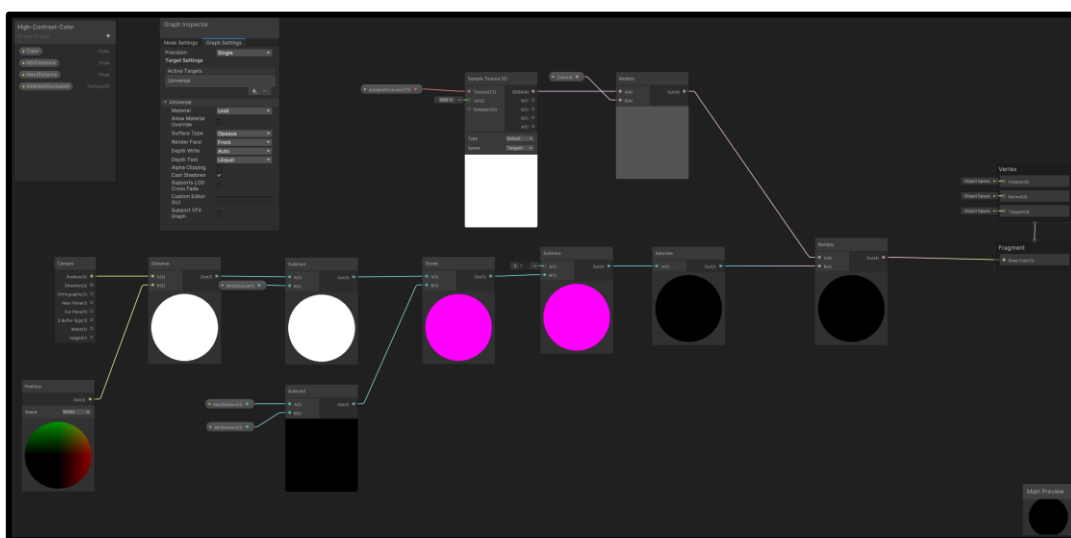
Per implementar la mesura d'alt contrast ha calgut desenvolupar dos "shaders, un pel color de l'escena i l'altre pels contorns dels objectes.

Shader de color

Aquest shader està dissenyat per millorar la visibilitat dels elements dins d'una escena. La seva funció principal és aplicar un color amb alt contrast als objectes, fent-los més fàcils de veure. El shader permet ajustar diverses propietats: el color principal, la distància mínima i màxima, i l'oclusió ambiental.

Amb el color principal, es defineix el to bàsic que es vol aplicar als objectes. Aquest color es combina amb altres factors per produir el resultat final que es veurà a la pantalla.

Les distàncies mínima i màxima s'utilitzen per ajustar la intensitat del color segons la proximitat dels objectes a la càmera. Això vol dir que els objectes més propers a la càmera apareixen amb colors més intensos o diferents, millorant així la seva visibilitat en funció de la seva proximitat.



II-lustració 38 - Shader de color

Per altra banda, s'agafa la textura d'oclusió ambiental de l'objecte i es combina amb el color principal per determinar el color final aplicat als objectes. L'oclusió ambiental

és una tècnica que ajuda a simular com la llum interactua amb els objectes, creant ombres suaus en les zones on la llum té més dificultat per arribar. Això afegeix profunditat i detall als objectes, fent-los més realistes i definits.

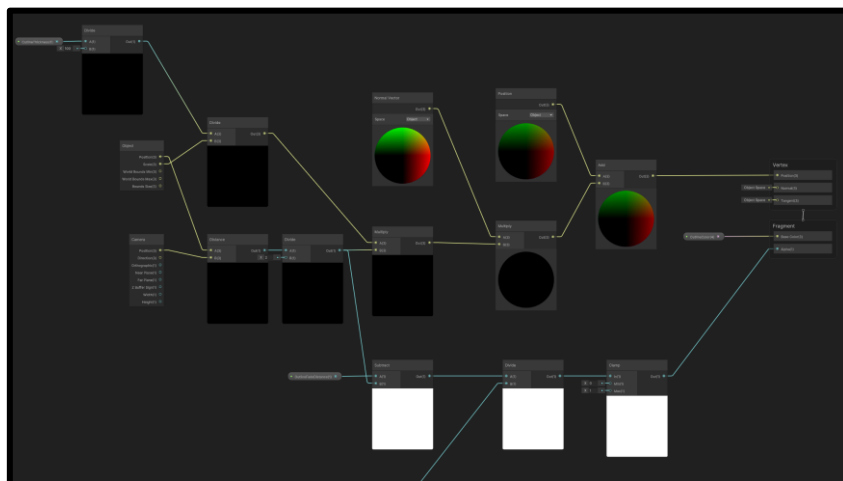
Shader de contorn

El shader de contorn està dissenyat per ressaltar els contorns dels objectes dins d'una escena. Permet ajustar diverses propietats importants com el gruix del contorn, la distància d'esvaïment del contorn i el color del contorn.

El gruix del contorn controla com és de gruixut és el contorn de l'objecte. Aquest valor s'ajusta perquè el contorn es vegi adequat independentment de la mida de l'objecte.

La distància d'esvaïment del contorn defineix fins a quin punt s'ha d'aplicar el contorn en funció de la distància de la càmera. A mesura que els objectes s'allunyen de la càmera, el contorn es va esvaïnt gradualment, cosa que ajuda a mantenir una aparença visual coherent i evita que els contorns d'objectes llunyans es vegin exagerats.

El color del contorn permet definir el color que s'aplicarà al contorn dels objectes. Aquest color es pot ajustar per assegurar que el contorn sigui visible i contrasti adequadament amb el color de l'objecte i el fons de l'escena.



Il·lustració 39 - Shader de contorn

6.5.2. RebindUI Prefab

Per la plantilla de reassignació de controls s'ha utilitzat el "Prefab" RebindUIPrefab que ofereix Unity i s'ha modificat la classe RebindActionUI perquè respongui a les nostres necessitats.

Pel que fa a la funcionalitat, la classe permet iniciar una reassignació interactiva, guardar i carregar la configuració del "binding" amb PlayerPrefs i restablir l'acció al seu valor predeterminat. També pot resoldre l'acció i l'índex del "binding" basant-se en la referència de l'acció i l'identificador del "binding". Finalment, la classe actualitza la visualització de la interfície d'usuari per reflectir els canvis realitzats en el "binding".

6.5.3. Fonts d'àudio 3D

Com s'ha mencionat a l'apartat de finestres flotants, es poden configurar fonts d'àudio 3D. Malgrat això, aquestes no formen part del "Prefab" que conté l'"AudioManager", i és que al guardar els valors configurats a la finestra flotant, aquelles fonts d'àudio que siguin 3D es convertiran en "Prefabs" únics. Per poder accedir a aquests cal accedir a la carpeta "Resources/ACC_Prefabs/ACC_Audio/ACC_3DAudioSource". En afegir una d'aquestes fonts a l'escena se li assigna un nom únic amb índex i no editable. A més a més, s'afegeix una icona de color vermell per indicar el nom de l'objecte. L'índex serveix diferenciar l'objecte de les seves còpies. D'aquesta manera, el desenvolupador pot cridar les fonts d'àudio 3D que ell desitgi només pel nom únic.



Il·lustració 40 - Font d'àudio 3D

6.6. Resultats

En qüestió de determinar l'èxit del treball, se seguirà punt per punt tots els objectius plantejats al principi del projecte i es farà una reflexió sobre cadascun d'aquests:

- **Objectius principals**

- **Desenvolupar una eina d'accessibilitat per Unity.** S'ha aconseguit desenvolupar l'eina i és plenament integral amb qualsevol projecte URP. De la mateixa manera els passos d'instal·lació són mínims i no suposen cap dificultat al desenvolupador.
- **Cobertura àmplia de necessitats d'accessibilitat.** S'ha aconseguit implementar fins a sis mesures d'accessibilitat i sense limitar-se a un tipus concret. No obstant això, no s'ha pogut implementar la mesura de text a veu per les limitacions del projecte.
- **Compatibilitat i flexibilitat.** L'eina funciona per qualsevol tipus de joc fet a Unity. L'única limitació ve donada amb el mode d'alt contrast que és només aplicable per a projectes de Unity URP.

- **Objectius secundaris**

- **Conscienciar sobre la importància de l'accessibilitat en els videojocs.** Gràcies a la profunda investigació duta a terme en el marc teòric i la implementació d'estàndards durant el projecte s'ha pogut assolir aquest objectiu. Malgrat això, no s'ha pogut assolir la prova del software en persones amb discapacitats per poder fomentar major consciència.
- **Inclusió d'estàndards i/o directrius d'accessibilitats globals.** Tot i que s'han tingut en compte les WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) i les GAG (Game Accessibility Guidelines), s'ha acabat adoptant com estàndard el "Libro blanco de accesibilidad para desarrolladores".
- **Facilitat d'ús.** L'eina és molt fàcil d'utilitzar i calen els mínims coneixements de programació per poder utilitzar-la. La instal·lació es duu a terme en uns senzills passos i la configuració de les mesures d'accessibilitat no requereix programació i és molt fàcil d'entendre. L'API ofereix moltes funcions, però estan totes explicades a la documentació

o la mateixa crida de les funcions i totes les funcions són molt senzilles d'entendre.

- **Documentació.** A partir de la llibreria DocFX s'ha generat una documentació que descriu el que fan totes les funcions de l'API. A més indica els passos per la configuració de l'asset, entre d'altres.
- **Escena de prova.** S'ha creat una escena de prova prou completa, ja que mostra totes les funcionalitats de l'eina i permet canviar les configuracions i fer proves amb aquestes.
- **Testing.** El testing és l'únic objectiu secundari que no s'ha assolit a causa de les limitacions de temps del projecte. Tot i haver provat gran part de les funcions en diferents contextos, es desitjava crear classes de Test per poder provar cadascuna de les funcions de manera automàtica i poder comprovar que funcionen simultàniament.

7. Conclusions

En primer lloc, cal mencionar que la recerca de referents i el marc teòric demostren una forta investigació de cadascun dels punts que referencien el treball i la satisfacció darrere d'aquests és molt gran. S'ha procurat recercar la major i més detallada informació disponible. D'aquesta manera, tenir present un fort estudi sobre la matèria per poder desenvolupar l'eina amb el màxim de coneixements disponibles.

No obstant això, quelcom a criticar de la recerca de referents és la falta de referents en videojocs. Tot i haver tingut clar des d'un primer moment que es volien aplicar les mesures del joc "The Last Of Us 2" a l'eina que es desenvolupés, potser hauria estat beneficiós tenir en compte altres referents de la indústria com "Celeste" o "TheDivision". Envers el marc teòric, la qual cosa s'ha trobat a faltar és la investigació sobre com pot beneficiar una eina com la present en el desenvolupament de videojocs i quin impacte podria tenir en la indústria.

Respecte de la part de desenvolupament, com s'ha esmentat anteriorment, s'han complert tots els objectius principals i gairebé tots els objectius secundaris, fet que evidència un important èxit en el desenvolupament del projecte. És un projecte molt complet amb moltes mesures d'accessibilitat, una API repleta de funcions amb la seva pròpia documentació disponible a internet, la implementació de la persistència de dades i inclòs l'addició de plantilles pels menús de configuració. A més a més, el projecte consta d'una escena per mostrar totes les funcionalitats que presenta l'eina.

Malgrat això, les limitacions de temps i/o tècniques han limitat certs aspectes del projecte. Un punt clar és la falta de la implementació de la mesura de text a veu. Es va dur a terme una profunda investigació per descobrir com implementar un model de text a veu que fos compatible amb la majoria de plataformes i amb les últimes versions de Unity. En un primer es va plantejar crear un propi model "TextToSpeech". Aquesta idea es va revocar ràpidament veient les complicacions que suposava el desenvolupament d'un software de tals característiques. En aquest punt es va decidir fer recerca per trobar una API que facilités un model "TextToSpeech" per Unity i que funcionés per distintes plataformes. No es va aconseguir trobar gaire resultats favorables i els pocs que es van trobar, no es varen aconseguir fer funcionar. La complexitat darrera de la implementació d'un model de tals característiques superava

la magnitud del projecte. És d'aquesta manera, que es va concloure en retirar la intenció d'implementar un model "TextToSpeech" i es va continuar amb el desenvolupament del projecte.

Una altra part del desenvolupament que ha mancat és la implementació de Tests per provar correctament totes les funcions de l'API. El "testing" s'ha plantejat com quelcom obligatori per dur a terme la prova de totes les funcionalitats. Però les limitacions de temps i altres externes al projecte, han impedit que es desenvolupés aquesta part.

Tot i això, la limitació més gran i complicació del projecte ha resultat ser el mateix Unity. La implementació de les finestres flotants ha estat la part més complexa de tot el projecte amb molta diferència. Unity i la seva classe EditorWindow està molt limitada en l'àmbit tècnic i hi ha hagut crear una arquitectura única per configurar tota la lògica de totes les finestres flotants. Ha calgut crear mètodes de guardat i de càrrega, però també ha calgut crear mètodes per controlar la persistència de les finestres en diferents contextos com el tancament, la compilació de scripts o d'altres. A més a més, les classes d'estils USS ofereixen escassos estils i no s'ha pogut estilitzar les finestres al nivell que es pretenia des d'un primer moment.

Finalment, cal mencionar que el fet d'haver realitzat dos treballs de la mateixa magnitud en un mateix any, s'ha vist reflectit en el desenvolupament dels dos projectes i en el desenvolupador darrere d'aquests dos. Tot i haver aconseguit dur a terme els dos treballs, cal esmentar que la producció d'aquest treball en un context diferent hagués estat una altra i és probable que la magnitud del projecte fos major. Malgrat això, la satisfacció darrere d'aquest projecte és molt gran i el potencial que té darrere també té certa magnitud. I és que ofereix una àmplia gamma de mesures als desenvolupadors, és una eina flexible i molt fàcil d'utilitzar. A més a més, el sistema de finestres flotants permet la implementació de noves mesures d'accessibilitat de manera relativament senzilla, fet que facilita l'escalabilitat de manera molt simple pel desenvolupador si en un futur es volgués continuar desenvolupant l'eina.

8. Bibliografia/Referències

- AbleGamers. (s.d.). The AbleGamers Charity | The Worlds Largest Charity for Gamers with Disabilities. AbleGamers. <https://ablegamers.org/>
- Agile Alliance. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Agilemanifesto.org. <https://agilemanifesto.org/>
- Aguado-Delgado, J., Gutiérrez-Martínez, J.-M., Hiler, J. R., de-Marcos, L., & Otón, S. (2018). Accessibility in video games: a systematic review. *Universal Access in the Information Society*, 19(1), 169–193. <https://doi.org/10.1007/s10209-018-0628-2>
- Aguado-Delgado, J., Monedero-Alvaro, A., García-Cortés, E. (2023). Libro blanco de accesibilidad para desarrolladores de videojuegos. <https://biblioteca.fundaciononce.es/publicaciones/colecciones-propias/coleccion-accesibilidad/libro-blanco-de-accesibilidad-para>
- Akoumianakis, D., & Stephanidis, C. (1999). Propagating experience-based accessibility guidelines to user interface development. *Ergonomics*, 42(10), 1283–1310. <https://doi.org/10.1080/001401399184956>
- Arjona, G. (n.d.). *actualidad de la accesibilidad Movilidad, Accesibilidad y Discapacidad Una historia de logros*. http://www.asepau.org/sites/default/files/pdf/articles/10_historia_accesibilidad.pdf
- Boletín Oficial del Estado. (2013). BOE-A-2013-12632 Real Decreto Legislativo 1/2013. Www.boe.es. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12632&p=20230509&tn=1>
- Boletín Oficial del Estado. (2018). BOE-A-2018-12699 Real Decreto 1112/2018. Www.boe.es. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-12699>

- Boletín Oficial del Estado. (2021). BOE.es - BOE-A-2021-13488 Orden TMA/851/2021. Wwww.boe.es. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-13488>
- Boletín Oficial del Estado. (2022). BOE-A-2022-5140 Ley 6/2022. Wwww.boe.es. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-5140>
- Boletín Oficial del Estado. (2023). BOE-A-2023-7417 Real Decreto 193/2023. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-7417
- Brown, J., & Hollier, S. (2015). The challenges of Web accessibility: The technical and social aspects of a truly universal Web. *First Monday*, 20(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v20i9.6165>
- Diari Oficial de la Unió Europea. (2012). *EUR-Lex - Official Journal of the European Union*. Eur-Lex.europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32012R1025>
- Diari Oficial de la Unió Europea. (2016). *EUR-Lex - Official Journal of the European Union*. (n.d.). Eur-Lex.europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/accessibility-of-public-sector-websites-and-mobile-apps.html>
- Diari Oficial de la Unió Europea. (2019). *EUR-Lex - Official Journal of the European Union*. Eur-Lex.europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj?locale=es>
- Heron, M. (2015). A case study into the accessibility of text-parser based interaction. *OpenAIR@RGU (Robert Gordon University)*. <https://doi.org/10.1145/2774225.2774833>
- Mangiron Hevia, C. (2011). Accesibilidad a los videojuegos: estado actual y perspectivas futuras. *Trans. Revista de Traductología*, 15, 39–51. <https://doi.org/10.24310/trans.2011.v0i15.3195>
- McPheron, D. (2015, July 1). *Video gaming accessibility*. IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/CGames.2015.7272966>

MetalPop Games. (2021). *UI Accessibility Plugin: Overview*.

Www.metalpopgames.com.

<http://www.metalpopgames.com/assetstore/accessibility/doc/index.html>

Microsoft, Kaitlyn Jones. (s.d.). *Gaming accessibility fundamentals - Training*.

Learn.microsoft.com. <https://learn.microsoft.com/en-us/training/paths/gaming-accessibility-fundamentals/>

Microsoft. (n.d.). *Xbox Support*. Support.xbox.com. [https://support.xbox.com/en-](https://support.xbox.com/en-US/help/account-profile/accessibility/game-accessibility-features)

[US/help/account-profile/accessibility/game-accessibility-features](https://support.xbox.com/en-US/help/account-profile/accessibility/game-accessibility-features)

Organització de las Naciones Unides. (2006). *Convention on the rights of persons with disabilities*. United Nations. [https://www.ohchr.org/en/instruments-](https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities)

[mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities](https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities)

Organització Mundial de la Salut. (2023). *Tecnología de asistencia*. (n.d.).

Www.who.int. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology>

Boletín Oficial del Estado. (2013). *BOE-A-2013-12632 Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social*. Www.boe.es.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12632&p=20230509&tn=1>

Ossmann, R., & Klaus Miesenberger. (2006). *Guidelines for the Development of Accessible Computer Games*. *Lecture Notes in Computer Science*, 403–406.

https://doi.org/10.1007/11788713_60

QuadStick. (s.d.). QuadStick. <https://www.quadstick.com/>

Real Academia Española . (2010). *Real Academia Española*. Www.rae.es.

<https://www.rae.es/>

- Reichelt, F., Blank, D., Holder, D., & Maier, T. (2022). New Holistic Approach Towards a Technology-Driven Development-Model in Automotive. *Proceedings of the Design Society*, 2, 241–252.
<https://doi.org/10.1017/pds.2022.26>
- Rodríguez-Porrero, C. (2014). 25 aniversario Ceapat: Historia de la accesibilidad en España.
https://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/portal_social/index/assoc/msan0131.dir/msan0131.pdf
- Salvador-Ullauri, L., Jaramillo-Alcázar, A., & Luján-Mora, S. (2017). A Serious Game Accessible to People with Visual Impairments. *Proceedings of the 2017 9th International Conference on Education Technology and Computers - ICETC 2017*. <https://doi.org/10.1145/3175536.3175576>
- Sony. (2022). *The Last of Us Part I: full list of accessibility features*. (2022, August 26). PlayStation.Blog. <https://blog.playstation.com/2022/08/26/the-last-of-us-part-i-full-list-of-accessibility-features/>
- Tobii Gaming | Powerful Eye Tracking for PC Games. (2017). Tobii Gaming.
<https://gaming.tobii.com/>
- Unity Technologies. (2018). *Accessibility: Text Resizing | GUI Tools | Unity Asset Store*. Assetstore.unity.com.
<https://assetstore.unity.com/packages/tools/gui/accessibility-text-resizing-111068>
- Unity Technologies. (2021). *Accesible Audio Toolkit | Add-Ons | Unity Asset Store*. Assetstore.unity.com. <https://assetstore.unity.com/packages/add-ons/accesible-audio-toolkit-194392>
- Unity Technologies. (2021). *UI Accessibility Plugin (UAP) | GUI Tools | Unity Asset Store*. Assetstore.unity.com.

<https://assetstore.unity.com/packages/tools/gui/ui-accessibility-plugin-uap-87935>

Unity Technologies. (2022). *Creating games for everyone: Introducing Unity Learn's new accessibility course*. Unity Blog. https://blog.unity.com/games/creating-games-for-everyone-introducing-unity-learns-new-accessibility-course?utm_source=youtube&utm_medium=social&utm_campaign=education_global_generalpromo_2022-06-09_accessibility-course-unity-learn

Unity Technologies. (2022). *Practical Game Accessibility: Case study | Tutorial Projects | Unity Asset Store*. Assetstore.unity.com. <https://assetstore.unity.com/packages/essentials/tutorial-projects/practical-game-accessibility-case-study-223056#description>

Unity Technologies. (2022). *Practical Game Accessibility*. Unity Learn. <https://learn.unity.com/course/practical-game-accessibility?uv=2021.3>

W3C. (1999). *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. (2021). W3.org. <https://www.w3.org/TR/WCAG10/#gl-movement>

W3C. (2008). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. Wwww.w3.org. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/#content-structure-separation>

W3C. (2018, June 5). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. W3.org. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

W3C. (2023, October 5). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. Wwww.w3.org. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>

W3C. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview*. Web Accessibility Initiative (WAI). <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

