



FACULTAT
**DE CIÈNCIES, TECNOLOGIA
I ENGINYERIES**

UVIC | UVIC-UCC

Treball de Fi de Grau de Desenvolupament

SoundCity

Eduard Escolà Piñol

Grau en Multimèdia, Aplicacions i Videojocs

Tutor: Sergi Grau Carrión

Ubicació: Vic, juny de 2022

Agraïments

Primerament, m'agradaria agrair al meu tutor Sergi Grau Carrión, sobretot per l'orientació inicial, el seguiment i els consells a l'hora de desenvolupar la idea del projecte i per les pautes posteriors durant la finalització tan del projecte com de la memòria, que m'han facilitat la realització del treball i ha permès que es millorés en gran mesura.

També m'agradaria acreditar a les persones i entitats que comparteixen continguts i productes a la xarxa de forma gratuïta. La majoria d'aquest continguts fan referència a scripts, estructura lògica, *assets* i elements amb els quals m'he inspirat per desenvolupar diferents apartats del projecte. M'ha ajudat a facilitar la feina i a reduir el temps de treball per tal de poder-me dedicar més específicament al modelatge dels diferents elements de l'entorn virtual.

Finalment agrair també a Gerard Del Pino, el qual es músic i productor i m'ha ajudat produint i cedint diferents pistes d'àudio, podent així utilitzar música dins l'entorn virtual sense córrer el risc d'infringir normes de Copyright al utilitzar música descarregada des d'internet.

Resum

Títol: *SoundCity: Desenvolupament d'un entorn virtual interactiu 3D amb Unity.*

Autor: Eduard Escolà Piñol.

Tutor: Sergi Grau Carrión.

Data: Juny de 2022.

Paraules clau: *videojoc 3D, aplicació, entorn virtual, interactivitat, música, ritme, Unity, programació, modelatge 3D, disseny 2D, disseny 3D, experiència.*

En aquest document, es mostra el desenvolupament i la implementació que s'ha dut a terme per produir SoundCity, un entorn virtual interactiu 3D utilitzant el motor Unity, un dels més importants i utilitzats actualment en la indústria dels videojocs, en gran part perquè és open source però també perquè és dels més potents.

L'objectiu del projecte ha sigut desenvolupar un prototip d'un entorn interactiu el qual es modifica depenent de la música elegida per l'usuari. En aquest entorn es generen una sèrie d'*assets* i animacions i es modifiquen en temps real, que l'usuari pot controlar en tot moment a partir de diferents tipus de variables. La temàtica elegida per aquest entorn és la d'una ciutat futurista o neó, que constantment respon al ritme de la música.

Crear un entorn virtual i interactiu no és una tasca fàcil. Es necessita certa planificació i organització prèvia, sobretot en l'àmbit de la programació i en la generació progressiva d'elements. A més a més, al ser una idea tant àmplia i creativa, s'han explorat diferents plantejaments, entorns, mecàniques i *aesthetics* a mesura que ha anat avançant el projecte.

Finalment, espero que aquest projecte, juntament amb la memòria, pugui ser revisada i utilitzada com a orientació i inspiració per altres usuaris que tractin de desenvolupar un projecte semblant. Algun exemple a poder aprendre i reflexionar podria ser la importància del prototipatge i la iteració, fer més i pensar menys, un dels àmbits en els que més he hagut de treballar personalment durant el desenvolupament del meu projecte.

Summary

Title: *SoundCity: Development of an interactive virtual 3D environment with Unity.*

Author: Eduard Escolà Piñol.

Supervisor: Sergi Grau Carrión.

Data: June of 2022.

Keywords: *3D video game, application, virtual environment, interaction, music, rhythm, Unity, programming, 3D modeling, 2D design, 3D design, experience.*

This document describes the development and implementation that was due to produce SoundCity, a virtual interactive 3D environment using the Unity engine, one of the most important and currently used in application and video game industry.

The objective of the project has been to develop a prototype of an interactive environment which adjusts depending on the music chosen by the user. In this environment, a series of assets and animations are generated and modified in real time, which the user can always control from different types of variables. The theme chosen for this environment is that of a futuristic or neon city, which constantly responds to the rhythm of the music.

Creating a virtual and interactive environment is not an easy task. Some prior planning and organization are necessary, especially around programming and in the progressive generation of elements. Furthermore, being such a broad and creative idea, different approaches, environments, mechanics, and aesthetics have been explored as the project has progressed.

Finally, I hope that this project, together with this document, can be reviewed and used as guidance and inspiration for other users who are trying to develop a similar project. An example as for what could be learned is the importance of prototyping and iteration, one of the areas in which I have most personally worked during the development of my project, as I wrongly tend to overthink to much even before trying.

Glossari

Asset: terme que recull tot el contingut d'un joc, incloent models 3D, efectes de so, música, fragments de codi, mòduls, etc.

Aesthetics: el seu significat literal és 'estètica', fent referència a alguna cosa que ens produeixen plaer a la vista, sigui de la manera que sigui. En termes de gamificació, fa referència als fenòmens sensorials que el jugador o l'usuari es troba en el joc o experiència gamificada.

Synthwave: gènere retro inspirat en la cultura musical dels anys vuitanta, i s'impregna de l'estètica i la nostàlgia de la música *new wave* i *synth pop* d'aquells anys. També es caracteritza pel seu estil retrofuturista, inspirat per les pel·lícules de ciència ficció futurista de l'època, com *Blade Runner* o *Tron*, on ens presenten mons plens de tecnologia, llums de neó i hologrames, molt a l'estil del *cyberpunk*.

Screensaver: col·loquialment anomenat "salvapantalles". Es aquella animació que apareix quan un ordinador o una pantalla entra en mode suspensió.

Lowpoly: estil artístic centrat en afrontar dissenys amb un baix nombre de polígons, és a dir, elements geomètrics que tenen poques cares o vèrtexs, com les esferes, els cilindres o els cubs.

Prop: En arts escèniques com el cinema o el teatre, i de manera anàloga en un videojoc, un *prop* és qualsevol element del joc que forma part de l'escenari, com una porta, una taula, un ordinador, etc.

Gameobject: són objectes fonamentals en l'editor de Unity que representen personatges, *props*, i l'escenari.

Spawn: el *spawning* és la recreació d'un personatge, un enemic o un ítem després de la seva mort o destrucció.

Script: document que conté instruccions, escrites en codis de programació.

Widget: petites aplicacions que tenen com a objectiu dotar d'informació visual i facilitar l'accés a les funcions que s'utilitzen de manera freqüent.

Index

Agraïments	2
Resum.....	3
Summary	4
Glossari.....	5
Index.....	6
Introducció	7
Objectius	13
Desenvolupament.....	15
Concepció	15
Idea principal	15
Concepte Inicial.....	15
Planificació.....	17
Prototipatge.....	19
Producció.....	26
Càmera	26
Carretera.....	27
Creadors edificis.....	27
Edificis.....	28
Soundbars.....	31
Vehicles.....	33
Entorn.....	34
Resultats.....	35
Conclusió	40
Webgrafia.....	43

Introducció

Quan vaig acabar el Batxillerat, no tenia molt clar quina carrera estudiar, ni que dedicarme en el futur. Finalment, un company de classe em va convèncer de compartir un pis a Vic i matricular-nos en un grau de Multimèdia. Al principi no ho tenia massa clar, però l'únic hobby del que gaudia en aquell moment era jugar a videojocs així que ens vam acabar movent a Vic.

Durant la grau de Multimèdia, Aplicacions i Videojocs, hem estat treballant en diferents àmbits en referència a la programació. Com bé diu el títol del grau, hem desenvolupat des d'aplicacions a pàgines web, passant per videojocs. Poc a poc, m'he anat donant compte que la importància de la indústria de la programació, ja que contínuament podem observar com la tecnologia avança, evoluciona i es fusiona amb el nostre dia a dia. A més a més, de la manera que evoluciona la societat, cada cop es valoren més, i es valoraran, dos altres indústries, l'entreteniment i l'art. És per això que, per aquesta memòria del treball de fi de grau, he volgut prototipar un entorn virtual interactiu involucrant la música: SoundCity.

SoundCity és un entorn virtual 3D interactiu creat amb Unity. En aquest entorn, es genera un espai de manera procedimental el qual es modifica segons la música elegida per l'usuari. A més a més, aquest pot canviar diferents variables que afecten a la creació, modificació i renderització dels elements de l'entorn.

El públic objectiu són aquelles persones que les hi agradi gaudir d'experiències on es combinen la tecnologia i l'art o entreteniment. També músics, productors o DJs que desitgen o els hi pugui interessar visualitzar la seva música i que hi puguin interactuar d'una altra manera.

Com que la base del projecte és molt oberta i creativa, m'he anat inspirant en diferents videojocs i projectes que he pogut anar veient durant la concepció de l'idea. Aquí alguns d'aquests projectes amb els quals he anat treballant:

- **Beat Saber:** és un joc de ritme de realitat virtual desenvolupat i publicat pel desenvolupador de jocs txec Beat Games. Té lloc en un entorn futurista amb estètica de neó, on el jugador ha de tallar blocs al ritme de la música utilitzant un parell de sabres de llum. És un dels primers entorns en els que vaig pensar per inspirar-me en el projecte, ja que la mecànica principal de joc està directament relacionada amb la música. Tot i així, l'àmbit de la realitat virtual és massa complex pel temps limitat que he tingut, cosa que ja tenia pensada obviar des del plantejament del projecte.

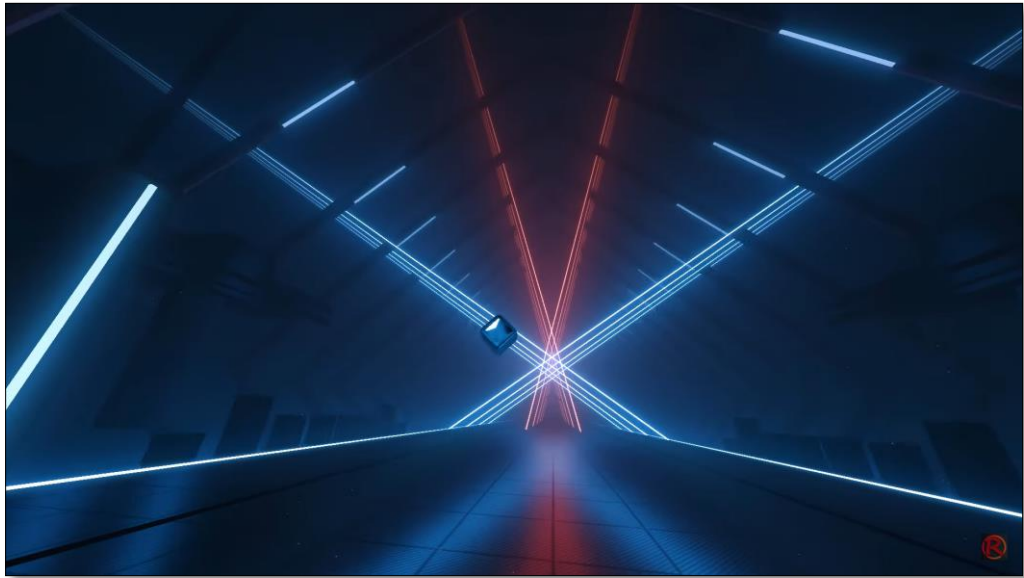


Figura 1. Beat Saber

- **Vaporwave:** animació en Blender creada per un usuari ([Quax](#)) i penjada al seu canal de Youtube. Em va cridar molt l'atenció l'animació en bucle. Aquest tipus d'animacions són molt utilitzades conjuntament amb música normalment electrònica i s'usen com a acompanyament i com a complementar l'atmosfera que els usuaris solen tenir al utilitzar aquest tipus de vídeos.

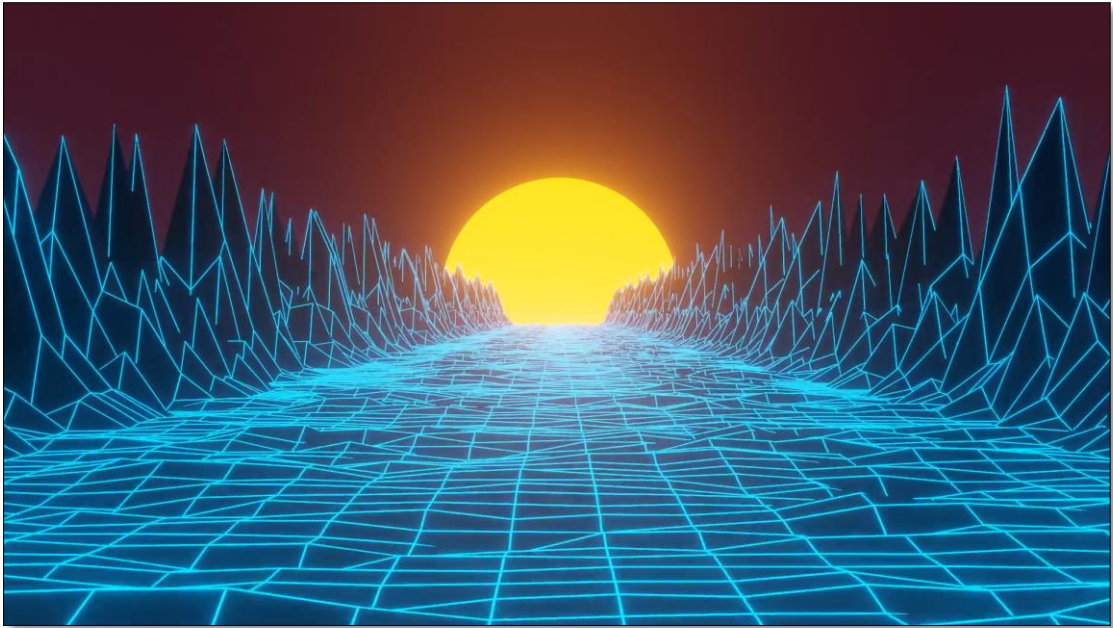


Figura 2. Vaporwave

- **Synthwave City:** Animació d'una ciutat *Synthwave* imaginària utilitzant una càmera panoràmica, afegint música també *Synthwave* i electrònica que utilitza la gent per estudiar o relaxar-se. Aquesta animació és molt semblant a l'anterior, però aquesta específicament simula una ciutat de forma indefinida. Aquí és on vaig començar a definir la idea de crear una ciutat de manera procedimental amb uns *aesthetics* en la mateixa línia.



Figura 3. Synthwave City

- **[Back to the 80's](#)**: animació *Synthwave / Retro* utilitzant un cotxe que viatja per una carretera. També utilitzada per acompanyar un mix de música. Aquesta animació em va ajudar a desenvolupar més la idea en la direcció de representar un viatge que l'usuari fa a través de la ciutat que ell crea. Com es pot veure, la temàtica visual és manté en les referències vistes fins ara.



Figura 4. Back to the 80's

- **[The Drive](#)**: animació sobre una autopista dins d'un entorn urbà, presentat com un *screensaver* o utilitzat com a fons en bucle d'un mix de música, molt semblant a alguna referència vista anteriorment. Ha estat realitzat amb Cinema 4D. Aquesta és una de les referències que em van cridar més l'atenció, tant a nivell de composició visual com de realisme i atenció al detall. Aquest exemple és el que s'apropa més al concepte que tenia en ment a l'hora de realitzar SoundCity, però modificant l'àmbit del realisme per una estètica més virtual més relacionada amb l'estètica neon.



Figura 5. The Drive

- [Lowpoly japanese neon alley](#): model en Blender d'una escena amb estètica de carreró neó japonès amb tècnica *lowpoly*. Aquest model està fet per Weronika Brender i penjat al seu perfil de ArtStation. Respecte al meu projecte, les primeres fases vaig estar considerant modelar una ciutat la qual després modificar segons la música, però finalment vaig rebutjar la idea a causa de la dificultat tècnica que suposava.



Figura 6. Lowpoly japanese neon alley

- **Neon buildings** i **Neon City**: finalment, es mostren un parell d'imatges de models 3D de ciutats amb estètica de neó. Vaig trobar aquest models 3D que s'apropen molt a la temàtica visual que volia per el meu projecte. Sempre tenint en compte que la qualitat no serà la mateixa en una imatge d'un entorn renderitzat que un entorn que s'està generant i modificant constantment.



Figura 7. Neon Buildings



Figura 8. Neon City

Objectius

L'objectiu principal, com s'ha explicat a la introducció, és aprofundir en el desenvolupament d'aplicacions i entorns virtuals i generar un prototip on es puguin fusionar l'art i la tecnologia per crear una experiència interactiva per a l'usuari. Tot això, per millorar i experimentar tant a nivell de programació com a nivell de modelatge 3D, tant de *props* com de disseny d'entorns.

A continuació, es detallen els objectius principals proposats respecte al projecte:

Primerament, un dels objectius principals és ampliar els coneixements bàsics de Unity. Això vol dir, adquirir més coneixements base de programació i creació d'aplicacions i videojocs. El punt més important sent a l'hora d'iniciar un projecte ja que, sigui de l'àmbit que sigui, pot arribar a ser complicat fer les bases o els primers prototips. Així que trobo que practicar-ne el prototipatge i la iteració d'aquests prototips han sigut aspectes a treballar molt beneficiosos de cara a futurs projectes.

Una mica com a complement de l'anterior, i un dels punts que considero més importants en la vida en general, són l'experimentació i l'experiència. Durant el grau, hem desenvolupat una sèrie d'aplicacions i videojocs amb unes pautes molt definides. Una de les intencions d'aquest projecte ha sigut treballar en projecte completament diferent al que hem pogut anar veient durant el grau per tal de guanyar una experiència més valuosa. Aquesta experiència no només es limita a la programació o disseny del projecte sinó també al desenvolupament i organització que l'envolta.

L'altre objectiu a nivell personal ha sigut realitzar un prototip de cara al futur. Des del meu punt de vista, el futur de la tecnologia, l'entreteniment i l'art s'acabarà virtualitzant de manera completa. La idea inicial del projecte era desenvolupar un entorn virtual utilitzant la realitat augmentada o la realitat virtual per tal de fer més interessant la experiència i per experimentar en aquest àmbit del desenvolupament i de la tecnologia. El problema principal que tenim amb aquesta tecnologia és que no està prou avançada actualment o requereix massa temps de feina per tal que funcioni. Tot i així, he volgut

desenvolupar un prototip per tal de tenir una primera idea que més endavant es pot utilitzar i escalar a altres entorns i tecnologies.

També tenia interès en conèixer més a fons la generació procedimental. Un dels objectius secundaris del projecte ha sigut experimentar amb la generació procedimental d'elements. És una tècnica que cada cop s'utilitza més en videojocs i volia treballar aquest àmbit en termes de programació per saber millor com es pot implementar.

En referència al punt anterior, una altra tècnica o comportament que s'està utilitzant cada cop més en aplicacions i videojocs són modificacions en temps real per part de l'usuari. A mesura que la tecnologia evolucioni i es fusioni amb el dia a dia de les persones, es necessitaran programes i aplicacions que interactuïn en temps real tan amb l'usuari com amb l'entorn que l'envolta. També he volgut treballar aquest àmbit per guanyar més experiència de cara a desenvolupament d'aplicacions, videojocs i entorn interactius en el futur.

Finalment, i relacionada amb l'anterior, també he volgut explorar la interacció del jugador amb l'entorn desenvolupat. La interacció amb l'usuari i l'experiència que té amb el videojoc o l'aplicació es cada vegada més important quan parlem d'aquest àmbit. Treballar això durant el aquest projecte és molt positiu de cara als pròxims reptes els quals em pugui anar trobant dins de l'indústria.

Desenvolupament

El desenvolupament de l'entorn virtual es pot fragmentar en diferents fases, però al ser un projecte amb un àmbit tan obert, ampli i creatiu es complica fer-ne una planificació perfecta la qual poder seguir durant tot el procés. En aquest cas, s'ha optat per les etapes típiques de concepció, prototipatge i producció.

Concepció

Idea principal

L'objectiu d'aquesta primera fase ha sigut veure de quina manera enfocar el projecte. Normalment, primer es treballaria el concepte del Game pitch per tal de definir una primera idea que pugui definir el projecte o prototip a crear. Al no tractar-se d'un videojoc o una aplicació convencional, sinó d'un entorn interactiu d'experimentació, es complica seguir l'estructura típica de desenvolupament.

Tot i així, la idea principal del projecte ha sigut crear un entorn virtual que es genera i es modifica de manera automàtica en funció de la música que s'escolta. A més a més, l'usuari pot controlar una sèrie de variables, utilitzant un control extern (MIDI), per tal de que l'entorn es modifiqui segons el seu parer, i així pot experimentar amb aquest entorn i generar contingut a través de la aleatorietat i la generació procedimental.

Concepte Inicial

El primer concepte que va sorgir sobre el projecte era simular que l'usuari viatjava per una ciutat i que aquesta s'anava generant proceduralment. La intenció era que la ciutat fos el més realista possible però que contingués elements que es modifiquessin amb la música.

Aquí parlem d'una temàtica realista, però d'entrada es tenia pensat utilitzar *assets* amb estètica *low poly*. La raó principal d'utilitzar aquest estil és reduir la carga del sistema, ja que no ha de generar i modificar tants polígons al mateix temps. També per facilitar la

feina en cas d'haver de generar uns *assets* propis per afegir-los a l'entorn. Al ser de temàtica low poly, l'esforç i el temps requerit es redueixen considerablement.

A continuació, hi ha un parell d'exemples en referència a aquesta estètica que s'ha estat parlant els últims punts. Són imatges trobades online, el primer d'una galeria de Behance on es comparteix un projecte, i segon, un paquet d'assets trobat a la botiga d'assets de Unity. S'han guardat les imatges per tal de poder-les utilitzar com a inspiració o simplement importar els elements al projecte.

Low Poly City: imatges d'un projecte de Behance on es pot veure una ciutat amb estètica lowpoly.



Figura 9. Low Poly City

Low Poly Modern City: paquet d'assets de pagament de la Unity Asset Store amb elements d'una ciutat amb estètica lowpoly.



Figura 10. Low Poly Modern City

Planificació

L'1 de març és el primer dia en el que es va començar el desenvolupar del projecte, on es disposa d'aproximadament 3 mesos per completar el primer projecte en referència a l'entorn interactiu de música. Les tasques s'han repartit en les tres fases que s'han comentat amb anterioritat: concepció, prototipatge i producció.

En primer lloc, la fase de concepció on s'ha generat una primera idea del projecte. En aquest període de temps, s'ha conceptualitzat la idea, s'han buscat referències i s'ha començat a pensar en el prototip la planificació del desenvolupament del projecte.

La segona fase és la de prototipatge, on s'han centrat els esforços en crear un primer entorn on poder testejar i programar les diferents dinàmiques que es creu que hi ha d'haver.

Finalment, hi ha un espai de temps moderat que s'ha dedicat a desenvolupament del projecte a partir d'una evolució dels prototips. En aquest període, a part del desenvolupament, també s'ha anat corregint la memòria com també algun dels elements addicionals de l'entrega del projecte.

Comentar que alguna de les tasques requerides pel projecte, com l'estructuració i la redacció de la memòria o el *testing* de l'entorn ocupen gran part del temps, ja que són activitats que es van fent durant tot el procés de desenvolupament. He dissenyat un diagrama (veure la figura 11) per tal de poder organitzar les diferents tasques del projecte, utilitzant un diagrama de Gantt amb l'eina [Team Gantt](#).

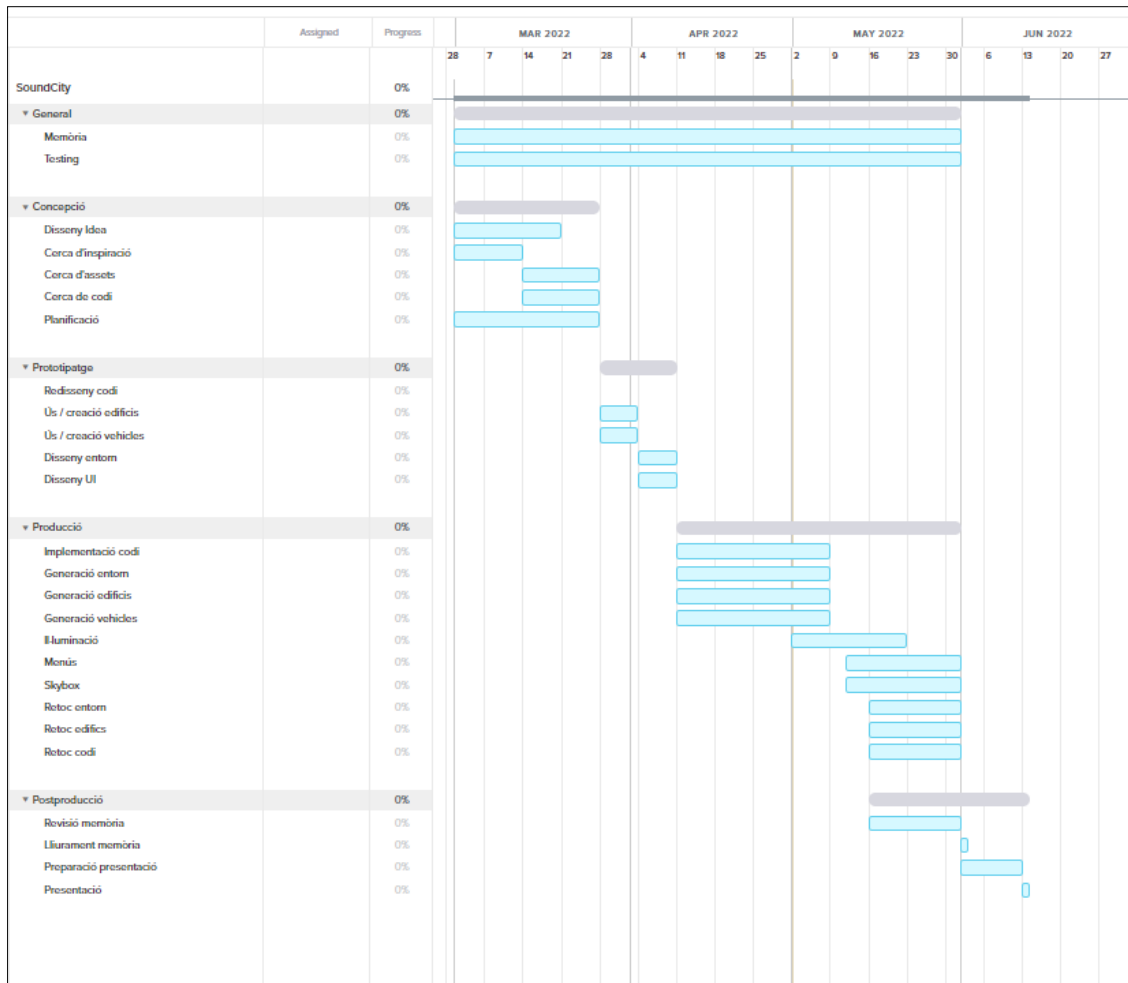


Figura 11. Diagrama de Gantt

Les tasques s'han organitzat en 3 grups principals, els quals ja s'han comentat anteriorment en el document, i la part de postproducció, que és un apartat on la memòria ja ha estat lliurada i fa referència als últims canvis i a la preparació de la presentació.

Per cada grup, s'han assignat tasques de manera bastant general ja que el volum de feina dins de cada tasca dependrà del temps total que acabi tenint per invertir en el desenvolupament del projecte. A més a més, moltes d'aquestes tasques comparteixen temps de desenvolupament pel simple fet de que estan connectades entre elles d'alguna manera, ja sigui per funcionalitat o per disseny, i que s'han acabat fent de manera paral·lela. S'han intentat anivellar els grups de tasques de manera que el desenvolupament segueixi un ritme adequat sense haver de patir una càrrega de feina

excessiva, però sempre s'han de tenir en compte canvis en la planificació inicial al llarg dels mesos de desenvolupament.

Prototipatge

L'objectiu aquí va ser començar a dissenyar i implementar un entorn 3D interactiu on els elements són modificats segons la música que s'escolta. Així que el més important d'inici va ser començar a provar, plantejar i implementar el codi per tal de que això funcioni.

Una de les coses més importants ha tenir en compte en el projecte és la detecció de la música que s'està escoltant en l'entorn per poder-ho transformar i modificar mitjançant el codi. Fent recerca, es va trobar que Unity té una llibreria la qual pot traduir la música a valors que es poden usar dins del codi. Aquesta llibreria utilitza funcions com `GetOutputData()` i `GetSpectrumData()` que s'apliquen directament en un element de *Audio Source* i retorna un llistat de variables referents al ritme i al pitch, entre d'altres.

A continuació es pot veure, a la figura 12, una captura dels [fòrums de Unity](#) on els usuaris discuteixen el funcionament d'aquesta llibreria.

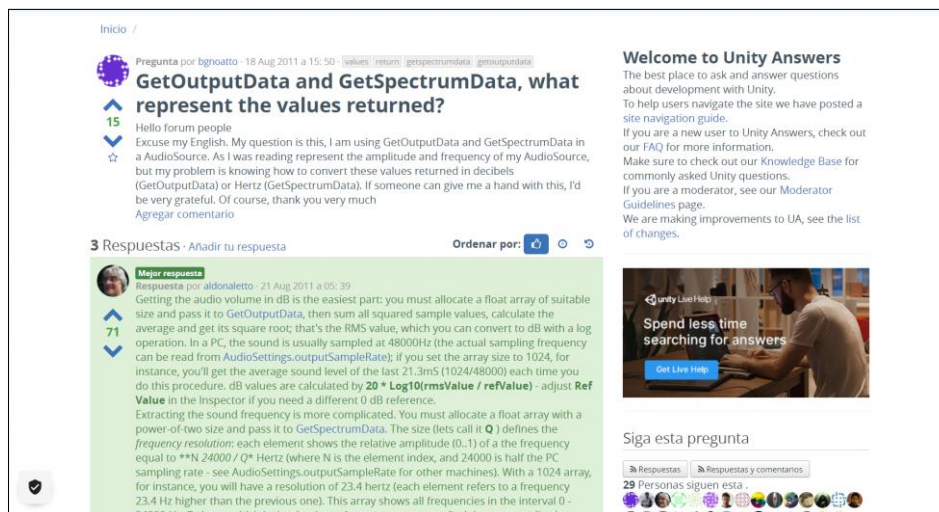


Figura 12. Fòrums Unity

Per més informació sobre la modificació d'elements a través de la música, també es va buscar fòrums i vídeos al respecte. Es van trobar d'un parell de creadors de contingut de Youtube que treballaven amb la lògica de la interactivitat de l'entorn amb la música.

El primer creador de contingut, [N3K EN](#), té una sèrie de vídeos (veure figura 13) al seu canal utilitzant aquestes llibreries de so on es pot veure la implementació diversos sistemes de barres de so. En aquesta sèrie, es poden trobar varis exemples de prototips amb els quals controlar la forma, el ritme, els colors i la lluminositat de l'escena de manera que es pugui controlar i modificar l'entorn de la manera més controlada possible.

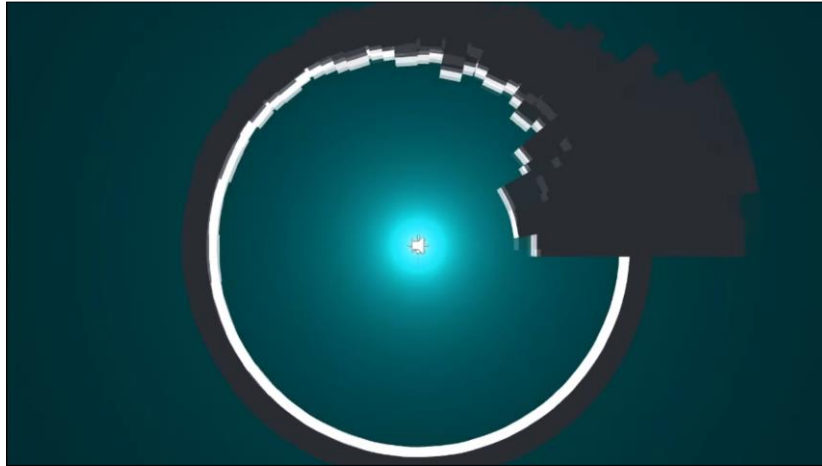


Figura 13. Vídeo N3K EN

També es va trobar un altre projecte molt interessant en els fòrum de Unity, el [projecte 140](#)(veure figura 14). Un programador va obrir un post per parlar sobre un joc de plataformes que estava produint, amb una estètica molt minimalista, on la mecànica principal es seguir el ritme de la música. En els seus comentaris, i en la discussió del fòrum, es va aprofitar informació útil respecte a la programació utilitzant les llibreries d'àudio que s'han anat parlant. Implementació prou interessant sobre sincronització entre els elements de l'escena i la música.

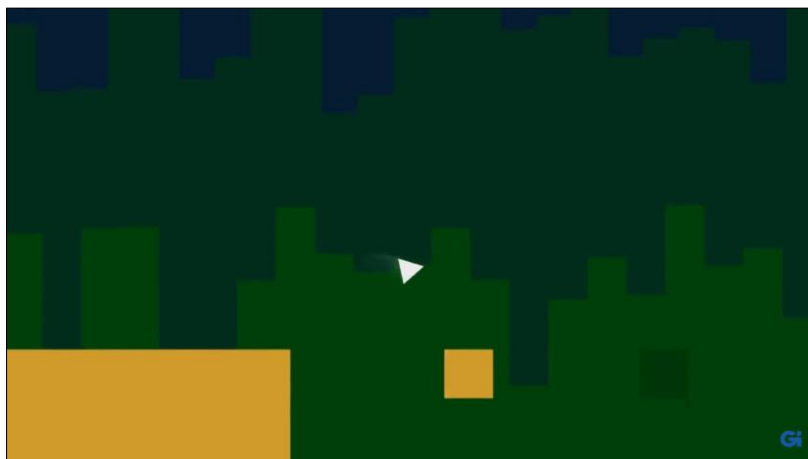


Figura 14. Projecte 140

Un cop investigat sobre el codi trobat en els fòrums referents a la sincronització del àudio amb els elements de l'entorn, es va fer un primer prototip per tal de conèixer-ne el funcionament. D'entrada hi ha dos scripts principals, un per traduir l'àudio a variables per utilitzar en el codi (AudioSpectrum), i un segon que permet assignar aquestes variables a les diferents variables de control de so (AudioSyncer).

També es van afegir dos scripts que hereten del principals, els quals estan especificats en modificar les dimensions i els colors dels elements respectivament.

A continuació, hi ha una captura (figura 15) del prototip amb el que es van poder fer les primeres proves amb diferents elements per veure si el codi era funcional. Com es pot veure a la figura 15, es generen diversos elements amb variables aleatòries per veure si cada un dels elements és modificat en temps real amb diferents variables a nivell local.

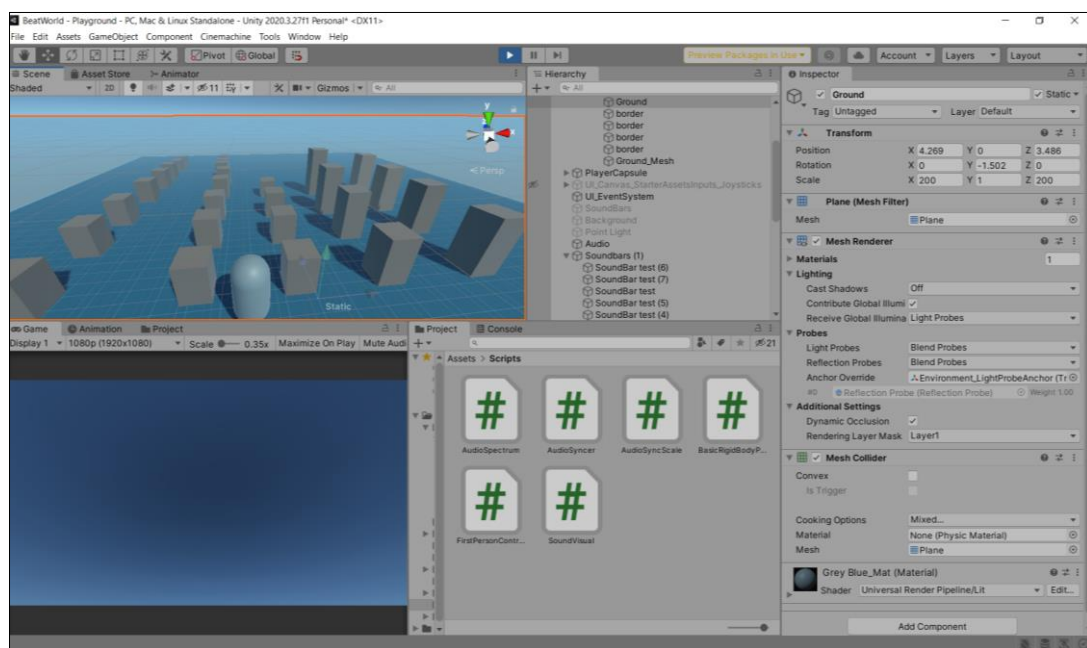


Figura 15. Primer prototip audio

A continuació, vaig afegir els *assets* trobats a la *Asset Store* de Unity que s'ha comentat anteriorment. S'ha de destacar que al utilitzar aquests *assets* per primera vegada, vaig tenir un error amb els *shaders* estàndards de Unity, on l'editor no detecta les textures dels diferents elements. Per tal de solucionar això, s'utilitza un script (reapply) que simplement obliga a l'element a tornar a aplicar la textura.

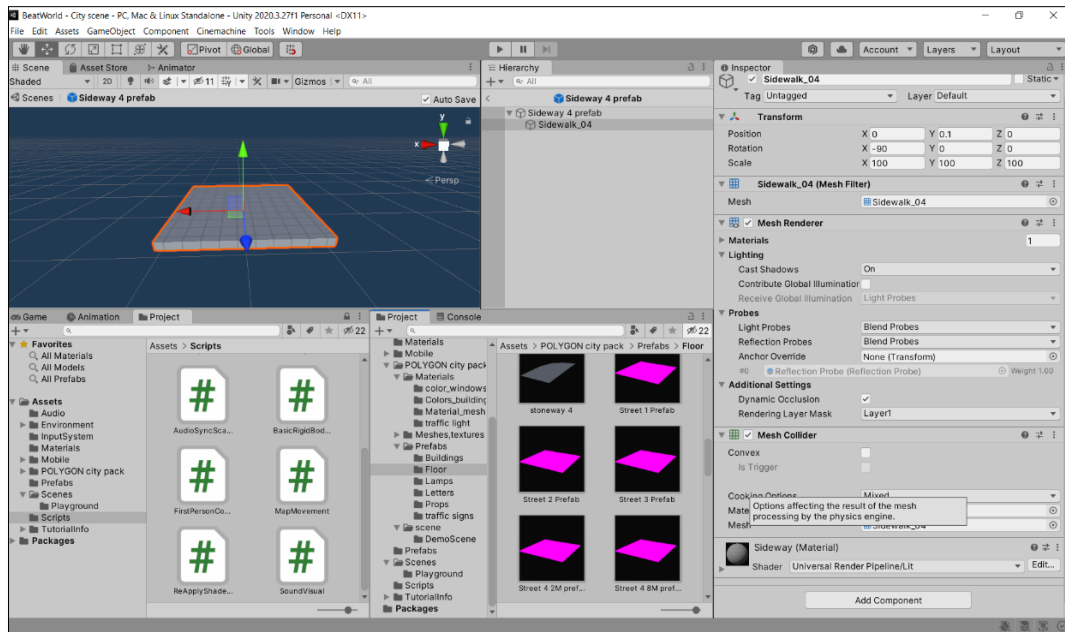


Figura 16. Shaders

Com que el primer concepte era generar una ciutat realista, dintre de l'estil *low poly*, el següent pas era fer un prototip de l'entorn (veure figures 17 i 18). Per fer-ho, vaig utilitzar els *assets* d'un dels paquets gratuïts d'*assets* de la Asset Store de Unity, on hi ha prop de molts tipus, desde carreteres i edificis a detalls més petits com bancs o escombraries.

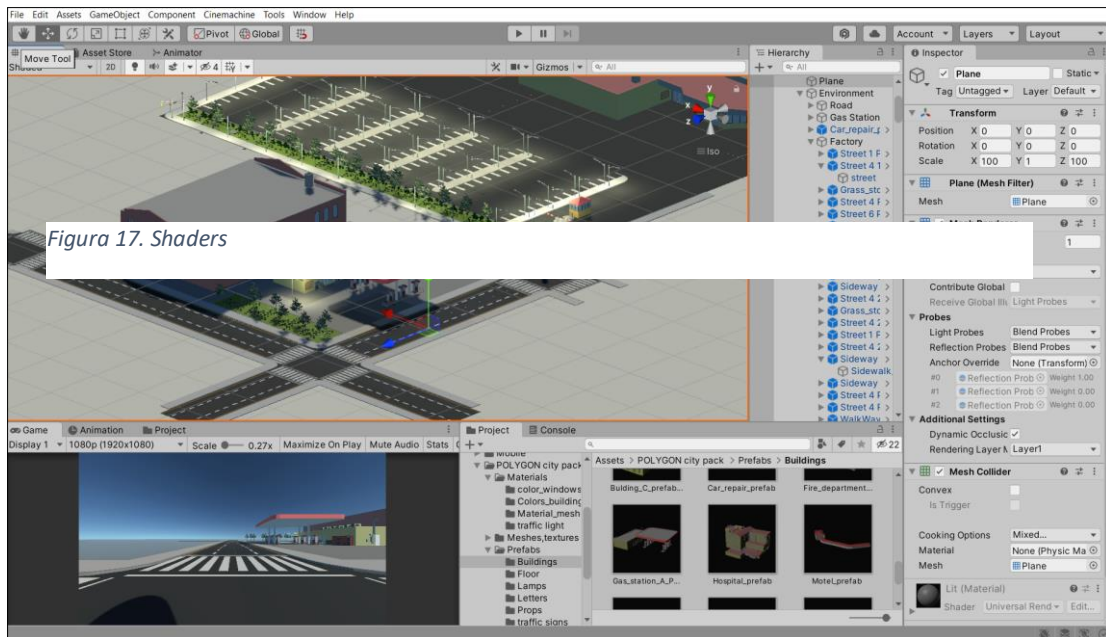


Figura 17. Shaders

Figura 17. Ciutat low poly prototip 1

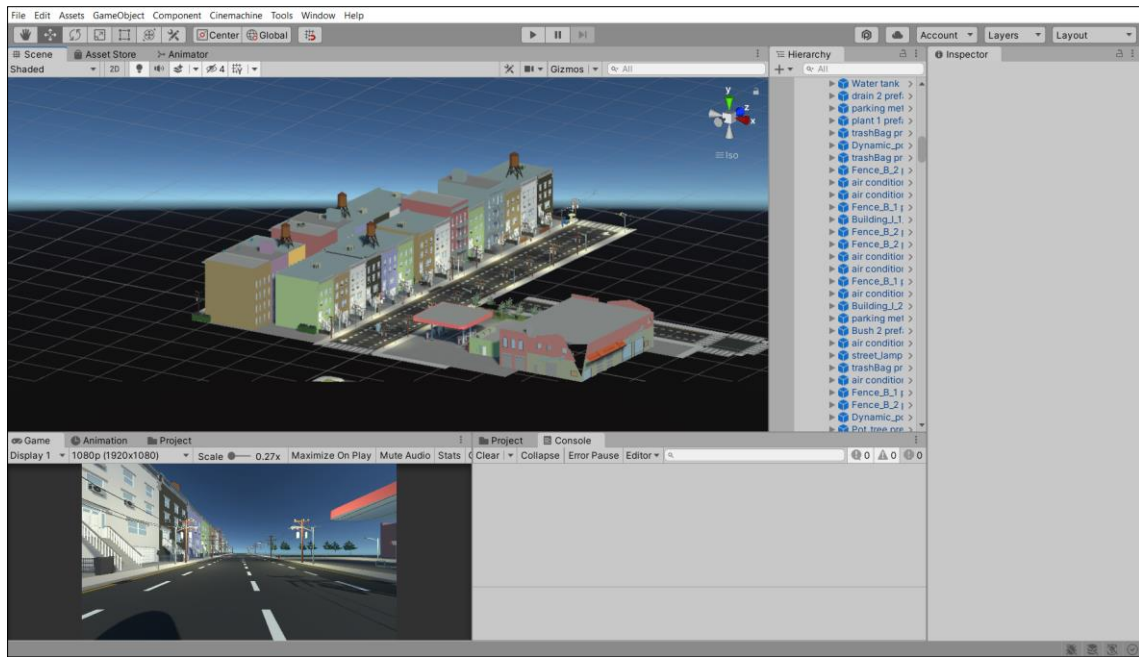


Figura 18. Ciutat low poly prototip 2

Un cop analitzat els primers prototips, hem vaig adonar que és molt complicat afegir elements variables utilitzant *assets* ja predefinits. Els scripts d'àudio funcionen de manera que modifiquen les dimensions dels elements en general, cosa que fa que tots els elements de l'escena als que els hi apliques el script es deformin constantment. Això fent ús de d'una estètica més realista creava certa discordança visual.

Al final vaig arribar a la conclusió de que si volia crear un entorn que es pogués modificar completament mitjançant codi, necessitava fer uns *assets* personalitzats. D'aquesta manera, es pot definir exactament com s'han de modificar els elements perquè s'adaptin el millor possible a les necessitats de l'entorn virtual.

Després d'aquests primers prototips i d'aquesta reflexió inicial, vaig decidir canviar l'estètica de l'entorn i enfocar-lo a una ciutat futurista o neó, com a les referències de les figures 7 i 8 vistes anteriorment en el document.

Així que, per al següent prototip (veure figura 19), es va evolucionar a partir del prototip que ja tenia les barres de so implementades. Amb aquest, es va començar a treballar en un entorn que genera barres de so de manera aleatòria, amb variables aleatòries, les quals es desplacen en direcció a la càmera. Un cop fora del camp de visió, aquest elements son eliminats per tal de reduir la càrrega del programa.

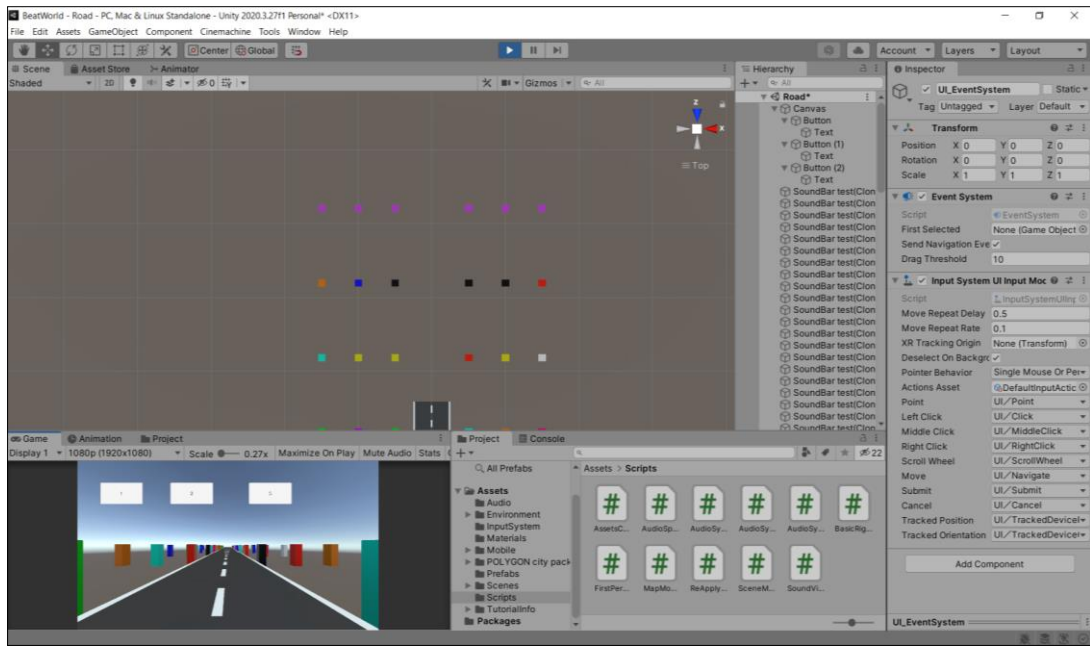


Figura 19. Prototip 2 barres de so

A continuació, es va treballar en els models 3D dels edificis (veure figures 20, 21 i 22). Els edificis estan pensats en models de pisos iguals, així després l'altura d'aquests es pot definir mitjançant codi.

Es van generar 3 prototips d'edificis amb 3 formes bàsiques per poder testejar: rectangular, circular i triangular.

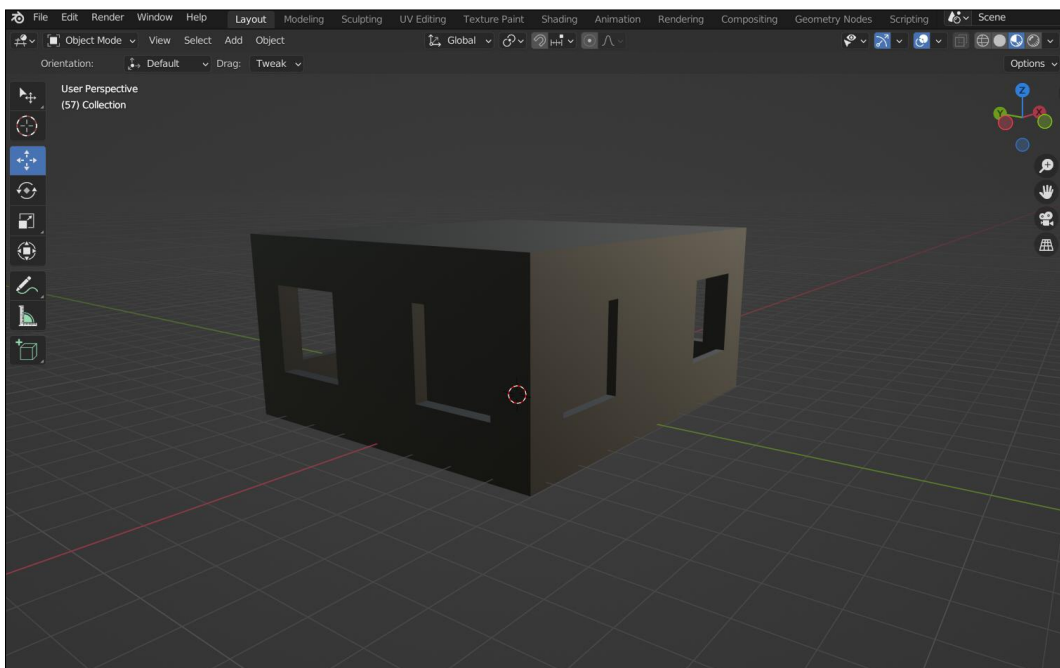


Figura 20. Prototip edifici rectangular

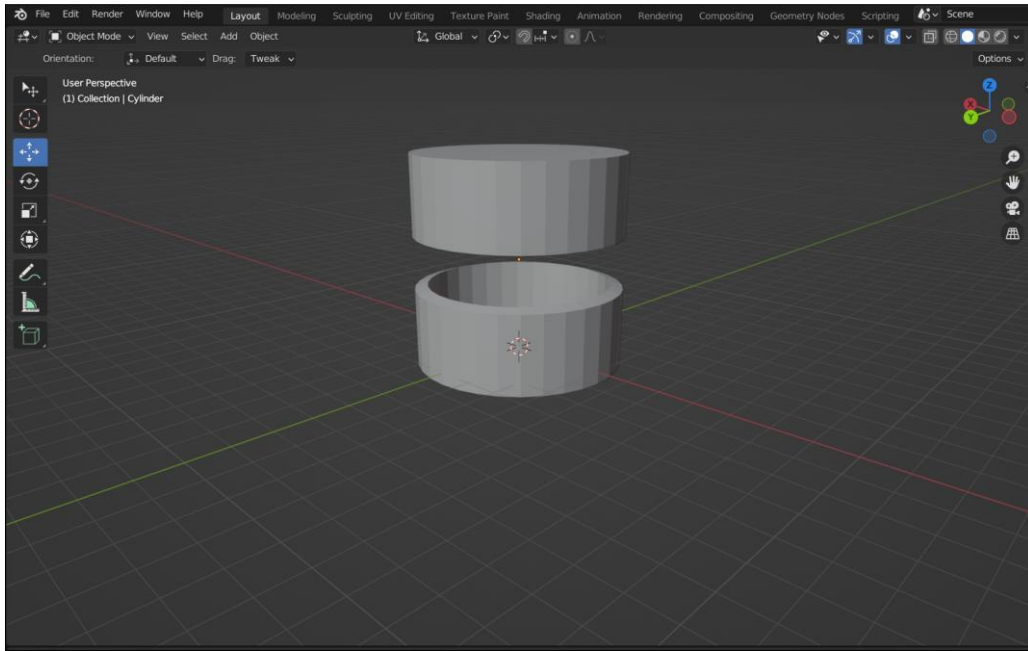


Figura 21. Prototip edifici circular

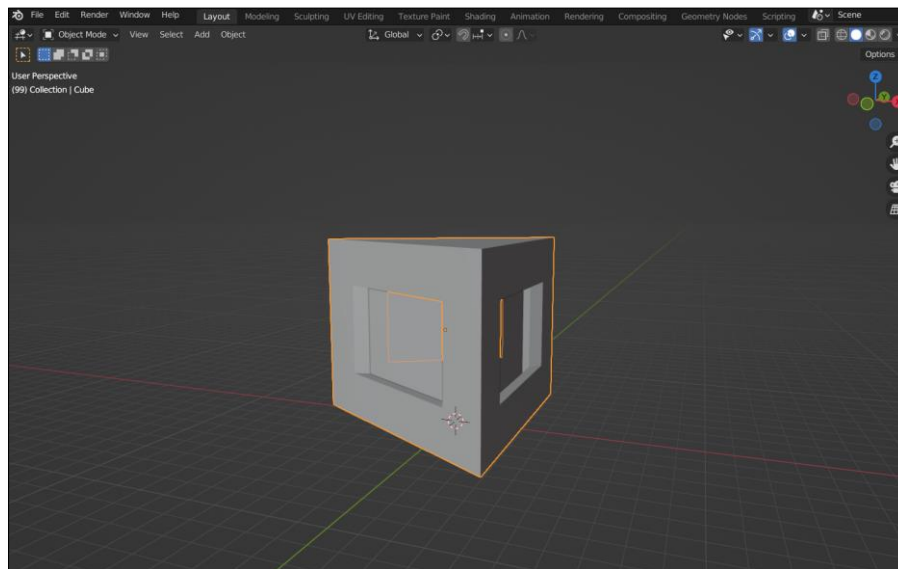


Figura 22. Prototip edifici triangular

Un cop fet els models 3D, es van afegir a l'entorn juntament amb les barres dinàmiques, programades de tal manera que es creïn a la mateixa posició i amb el mateix moviment. Per desgràcia, vaig tenir problemes a l'hora de agrupar els dos elements en un sol *gameobject*, ja que els script utilitzats modifiquen les dimensions base de l'element al qual se li aplica el script. Això fa que si els elements estan units, l'estructura de l'edifici

també es deforma, cosa que es vol evitar si el que es busca es mantenir el realisme dins de la temàtica neó-futurista.

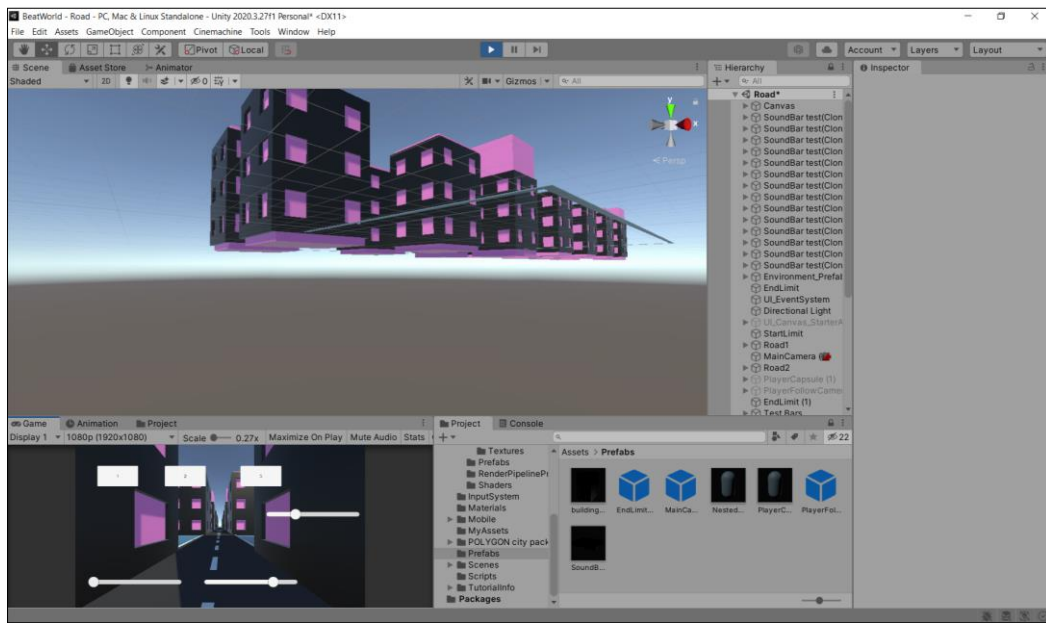


Figura 23. Prototip edificis

Un cop testejat aquest prototip (veure figura 23), i veient que el funcionament era una direcció prou interessant, vaig decidir començar ja al desenvolupament de l'entorn interactiu.

Producció

En aquesta fase, la fase de producció, s'han perfilat i detallat els diferents elements tan de l'entorn com del codi per tal de que l'experiència funcioni com estava pensat. També es mostra en detall dels elements utilitzats, en el cas dels *assets* es mostra el procés de modelatge, i en el cas de les mecàniques es centra en definir el codi per tal d'explicar com funciona i com està implementat.

Càmera

La càmera està estàtica durant tota l'experiència. L'usuari pot veure com es va generant la ciutat al seu davant a mesura que aquesta canvia segons les variables que rep del codi

implementat. Aquesta càmera està situada sobre la carretera, com si fos un vehicle més, per tal de donar sensació d'estar presencialment dins de l'entorn.

Carretera

A l'escena hi ha una carretera per la qual representa que viatja l'usuari. El codi implementat en aquests elements simplement es un moviment continu, i quan un dels elements surt de l'angle de visió de la càmera s'elimina i se'n crea un de nou davant de l'usuari. Això crea un efecte en el que la carretera sembla infinita.

La carretera també contempla una sèrie de *creadors* específics. Es tracta de diversos elements com il·luminació d'autopista, cartells i baranes. El funcionament d'aquests *creadors* es simplement fer *spawn* dels elements pertinents i aquests viatgen a la mateixa velocitat que la carretera, simplement com a *props* de decoració per tal de fer més complet l'espai visible.

Creadors edificis

Pels edificis hi ha una sèrie de punts de *spawn* per tal de crear diferents dinàmiques en la generació d'edificis. Aquests *spawns* estan situats de manera perpendicular a la carretera i conté variables que l'usuari pot controlar com la densitat de la ciutat, el tipus d'edificis i la freqüència amb les quals es generen. (veure figura 24)

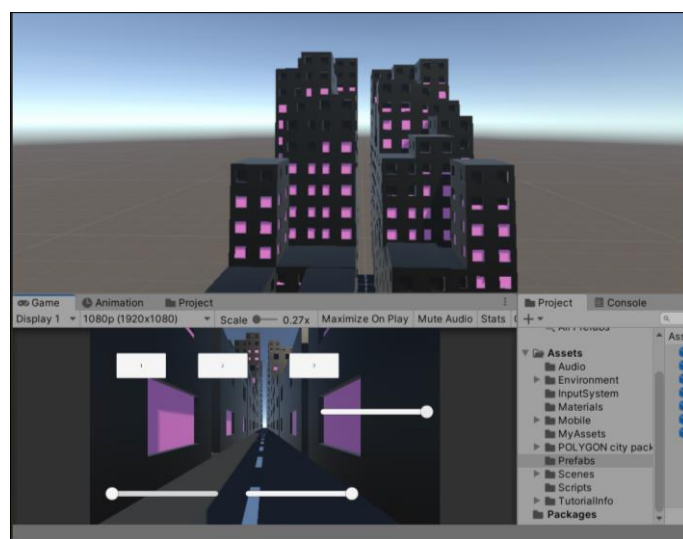


Figura 24. Generació edificis

Edificis

Hi ha diferents tipus d'edificis que es creen de manera procedimental. Primerament, es divideixen en tres formes segons la base: rectangular, circular i triangular. Cadascuna de les formes tenen diferents estructures per tal de generar un entorn més detallat i més creïble per l'usuari, tan en la façana com en l'estructura de les finestres.

El funcionament dels edificis es molt senzill. Estan format de dos elements, l'estructura externa i la barra de so interna. Com que el codi de les barres de so modifica les dimensions del *gameobject*, tan l'estructura com l'element dinàmic de la barra s'han de generar a la vegada, però en elements separats. Com que el codi els desplaça a la mateixa velocitat, es genera l'efecte de que és un sol element.

A continuació es mostren com estan formats els diferents edificis de l'entorn (figures 25, 26 i 27).

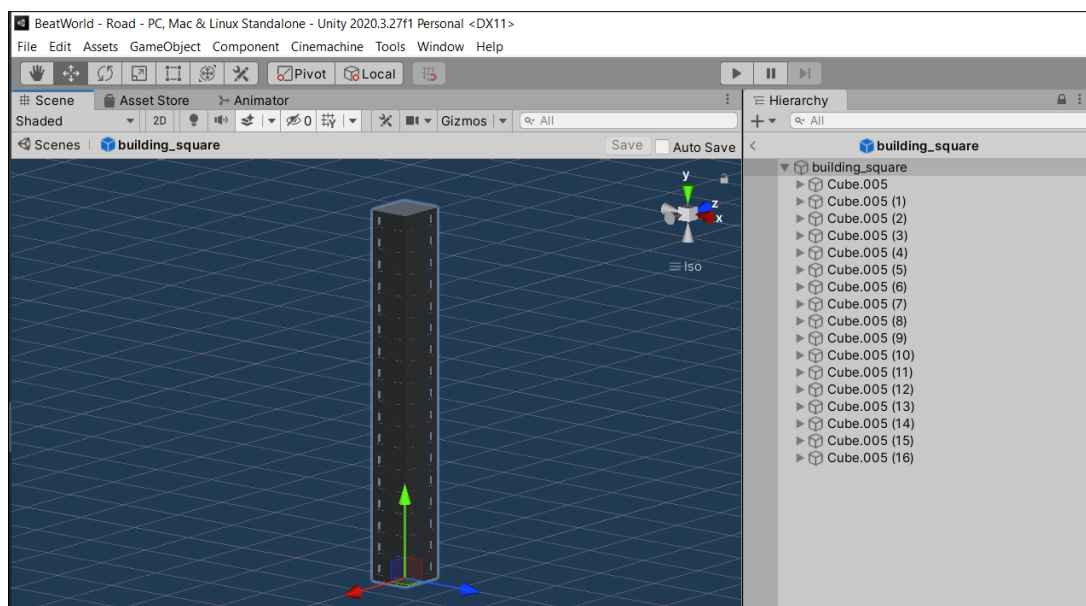


Figura 25. Asset edifici rectangular

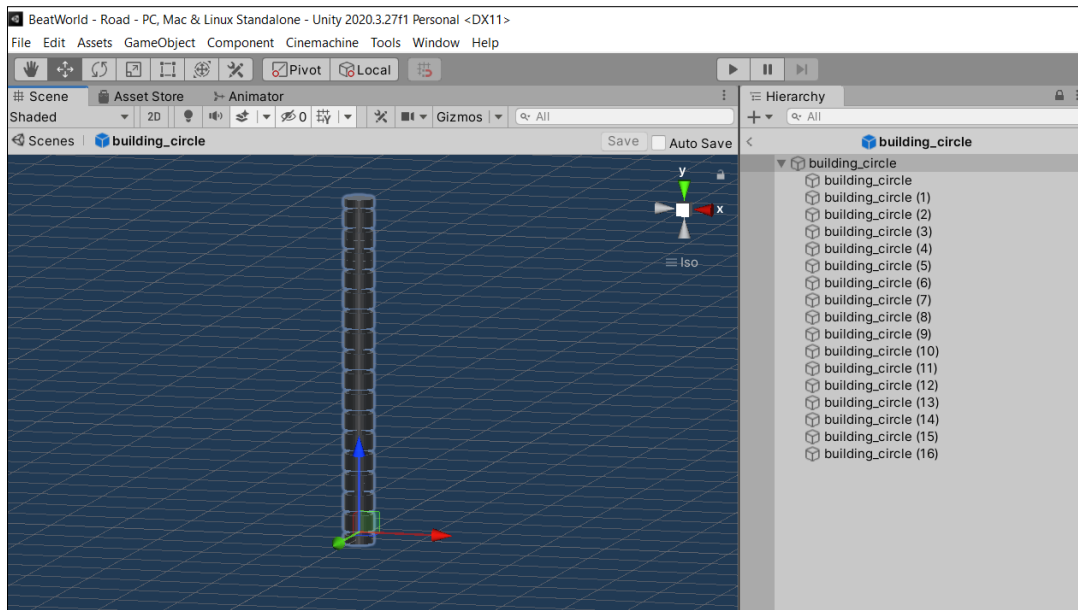


Figura 26. Asset edifici circular

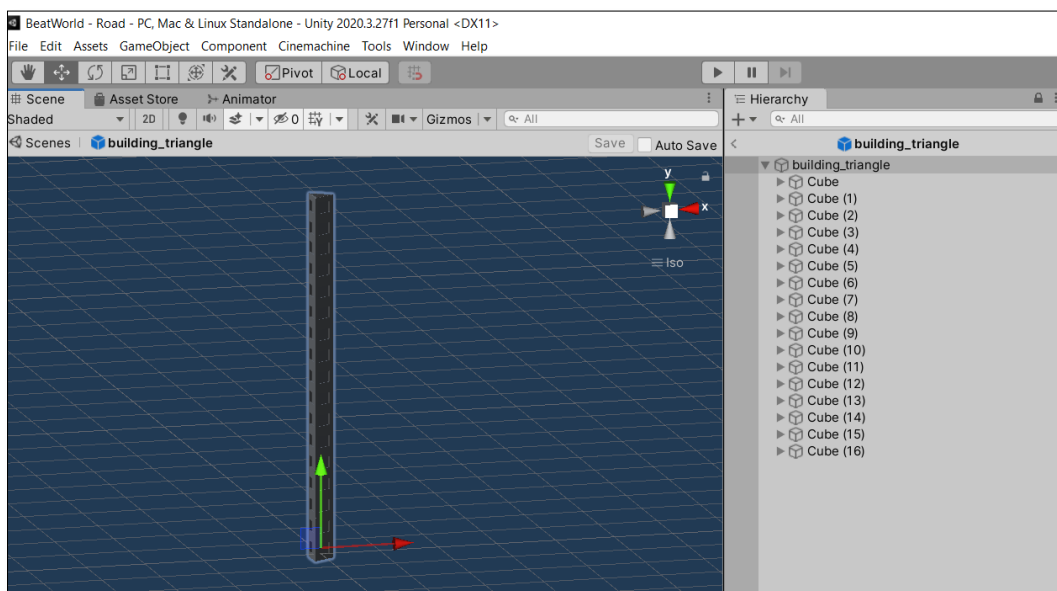


Figura 27. Asset edifici triangular

Els edificis estan formats per un *array* d'elements, que són cada un dels pisos. A nivell de codi, està programat de manera que el creador detecta l'altura màxima local de cada barra de so, és a dir de cada edifici, i mostra o amaga els elements de l'*array* segons aquest resultat.

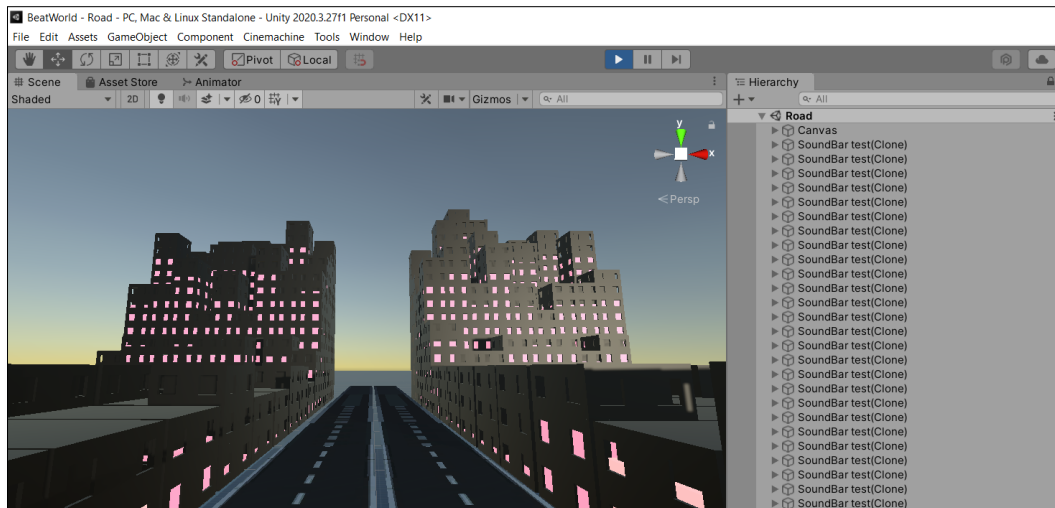


Figura 28. Creació edificis avançada

A continuació, volia afegir una captura d'una cosa curiosa que va succeir mentre programava la creació de edificis amb l'estructura triangular, simplement per tenir-ne constància en altres projectes. Volia aprofitar que l'estructura edificis era triangular i afegir una rotació aleatòria per tal de generar un entorn més dinàmic i més complet. Per error, vaig afegir rotació en els tres eixos, assolint el resultat que es pot veure en la figura 29.

Simplement, ho volia deixar documentat ja que, per accident, he aconseguit crear un entorn post-apocalíptic creat procedimentalment i és un codi i una estructura que potser puc acabar utilitzant en un futur.

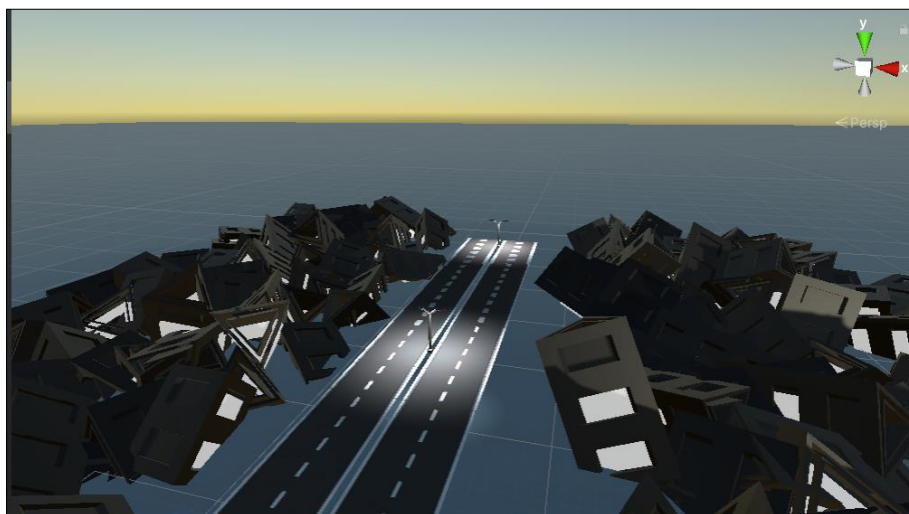


Figura 29. Creació edificis post-apocalíptic

També s'ha treballat amb la il·luminació, ja que això millora molt l'experiència de l'usuari i la immersió de l'entorn. A part de les barres de so dels edificis, que utilitzen un material que emet llum, s'han afegit llums a la carretera (veure figura 30). Hi ha un creador al principi de la carretera que genera les llums, que es mouen a la mateixa velocitat que aquesta.

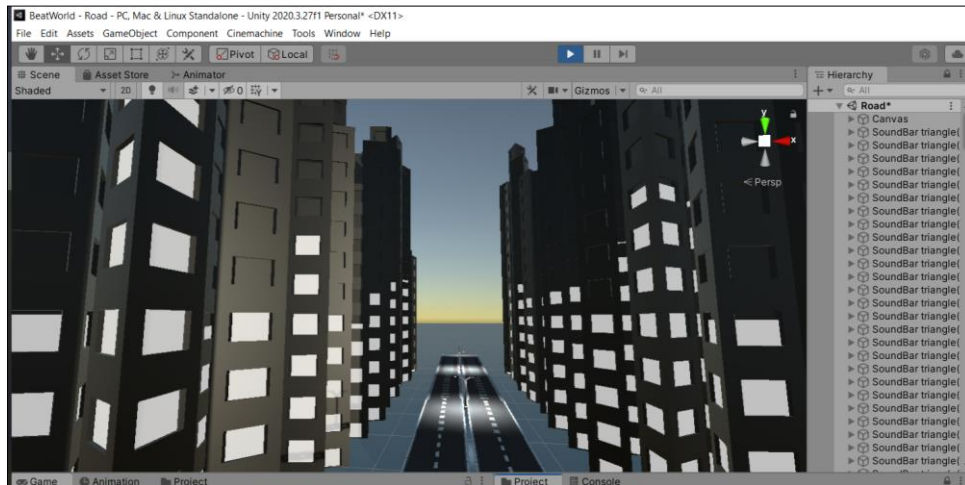


Figura 30. Entorn il·luminació

Soundbars

Les barres de so són el principal element del projecte. Es un *gameobject* que, mitjançant codi, es modifica de manera que segueix el ritme de la música que s'escolta. Aquest codi utilitza una sèrie de variables per tal de modificar cada barra de so per separat, que provoca que cada barra tingui un comportament determinat i únic. A continuació es parla de cada una d'aquestes variables que controlen el moviment de les barres:

- **Bias:** aquest valor marca un llindar a l'hora en que l'element ha de reaccionar a un *beat*. Un dels valors que dona el *script* AudioSpectrum és la intensitat de la música, que és el que es tradueix a un valor numèric i el que s'utilitza. Com més gran és aquest número, més alta ha de ser la intensitat de la música per tal de que l'element reaccioni.

El rang de valors varia entre el 1 i el 10, on 1 reacciona a la majoria de *beats* de la música i 10 només als valors més alts.

- **Time Step:** el valor del `timeStep` s'utilitza per controlar el nombre de *beats* que es produeixen, però no segons la música sinó segons el temps. El valor que implementa és en segons, així que quan l'element reacciona a un *beat*, no pot tornar a reaccionar al següent *beat* fins que el període designat de temps hagi finalitzat.

El rang de valors varia entre el 0 i el 1, on 0 representa que l'element pot reaccionar sempre que el bias ho permeti, i el 1, només un cop cada segon.

- **Time to Beat:** aquest valor s'utilitza per controlar el temps que tarda l'element en arribar a les dimensions designades en la variable de les dimensions. Com que el valor és en segons, com més petit és el número, més ràpida serà la transició. El rang de valors varia entre 0.1 i 0.5.

- **Rest Smooth Time:** aquest valor s'utilitza per controlar la velocitat en que l'element torna al valor inicial respecte a les dimensions d'aquest. Aquest valor no s'implementa en segons, sinó simplement amb una escala de *ints*. Com més alt és el valor, més tarda l'element en retornar a la posició inicial.

El rang de valors varia entre 0.2 i 3.

- **Beat Scale:** aquest és el valor que s'utilitza per controlar les dimensions a les que l'element s'ha de modificar un cop es detecta un *beat*. El codi està dissenyat de manera que agafa un valor en forma de Vector 3D, però per les barres de so només es necessita modificar l'altura, així que només s'utilitza el valor de la Y. En el cas del fons, s'utilitzen tan l'eix X com l'eix Y ja que s'utilitzen objectes 2D. El rang de valors varia entre 1 i 30, on 1 equival a l'altura de només un pis, i 30 equival a l'altura de l'edifici sencer, que en aquest cas són 17.

- **Altura:** aquest valor s'utilitza per controlar l'altura dels edificis. Està estretament relacionat amb l'anterior, però aquest valor només afecta l'estructura de l'edifici. Els edificis es generen per pisos segons l'altura de la barra de so.

- **Rest Scale:** aquest valor s'utilitza per controlar les dimensions mínimes a les que l'element s'ha de modificar mentre no ocorre el següent *beat*, Com en el cas anterior, el codi està dissenyat utilitzant un Vector 3D, però en el cas de les barres de so només es necessita modificar el valor de l'eix Y.

Aquest valor es sempre 1 i no es pot modificar per l'usuari.

- **Color:** aquest valor realment consta de tres valors, ja que els colors en programació acostumen a generar-se amb els valors RGB.
Aquest valor esta repartit entre tres *inputs*, que serien els valors RGB, on els tres tenen un rang de valors d'entre 0 i 1.
- **Il·luminació:** aquest valor controla la quantitat d'il·luminació que emet la barra de so.
Aquest valor forma part a l'últim element del format RGBA, on A és la opacitat de l'element que s'està modificant. En el cas de materials que emeten llum, l'opacitat es pot superar de 1 per tal d'augmentar la il·luminació creada per l'element.

Tots aquest valors, son recollits per el *script* del Scene Manager, ja que són variables que l'usuari pot modificar en qualsevol moment utilitzant un dispositiu extern, en aquest projecte s'usa una taula MIDI.

Per aconseguir això, s'ha importat una llibreria MIDI al projecte, la llibreria [MidiJack](#) d'un usuari anomenat Keijiro.

A continuació hi ha una imatge (figura 31) amb les diferents entrades amb les quals es pot obtenir informació amb aquesta llibreria.

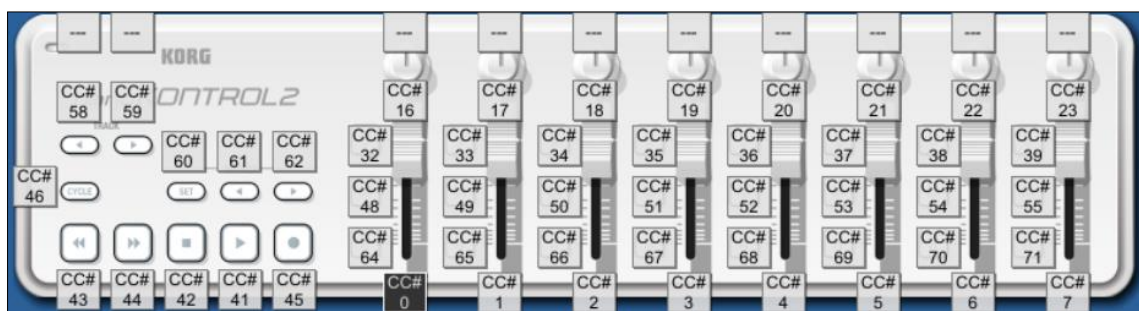


Figura 31. Controlador MIDI

Vehicles

Dins de l'entorn també és generen una sèrie de vehicles per tal de crear més immersió dins de l'experiència. Es generen a la carretera, òbviament, i en els quatre carrils, dos d'anada i dos de tornada.

Les variables d'il·luminació i de color estan lligades a les variables que l'usuari pot modificar mitjançant el controlador MIDI.



Figura 32. Model vehicle wireframe

Entorn

Al voltant de l'escena, s'ha afegit un objecte en forma de reixa que es mou juntament amb la carretera. Aquest element s'ha afegit per tal d'aportar un estil més virtual a l'entorn generant més immersió en l'usuari. El color i la quantitat d'il·luminació també son modificables per l'usuari (veure figura 33).

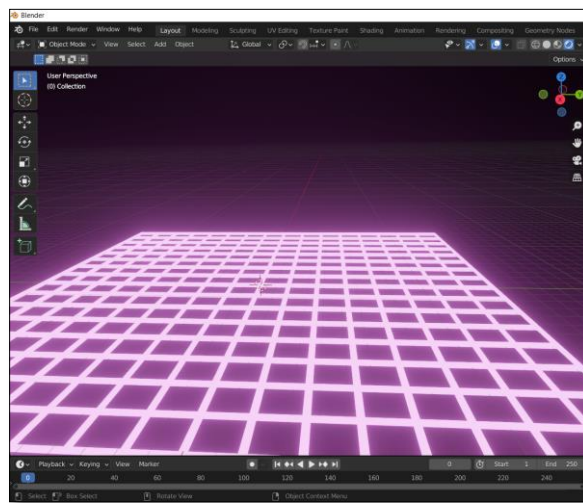


Figura 33. Reixa virtual

Resultats

En aquest apartat es mostra com ha quedat la versió final de SoundCity. Considero que la millor manera de comprendre i gaudir de l'entorn presentat al projecte és provar i experimentar el màxim possible.

Primer una pantalla inicial (figura 34), simplement perquè l'usuari pugui decidir quan comença l'experiència.

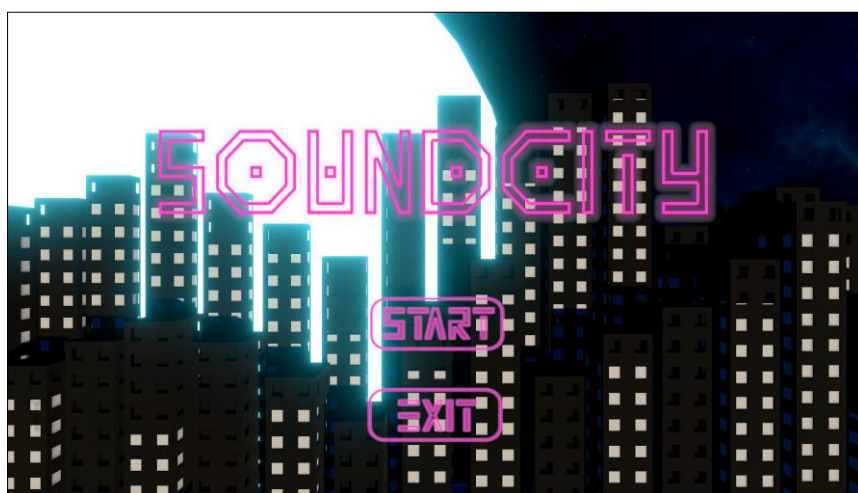


Figura 34. Pantalla inicial

L'usuari controla les variables de l'entorn mitjançant un controlador MIDI. A continuació s'exposen les diferents variables que son modificables.

En la figura 35, es poden veure els controls per modificar principalment les formes dels edificis.

En el sector [1], hi ha els botons que generen edificis amb forma rectangular, cada botó genera una forma rectangular diferent.

El sector [2] contempla els edificis circulars.

El sector [3] contempla els edificis triangulars.

El sector [4] contempla barreges de tots els edificis però limitats a la forma. És a dir, el primer botó genera tots els edificis rectangulars de forma aleatòria. El segon botó genera tots els edificis circulars, i l'últim, els triangulars.

El sector [5] s'utilitza per generar tots els edificis de manera aleatòria però amb una certa lògica. El primer botó organitza les formes dels edificis en columnes. El segon botó els organitza en files. L'últim botó genera els edificis de manera completament aleatòria (veure figura 36).

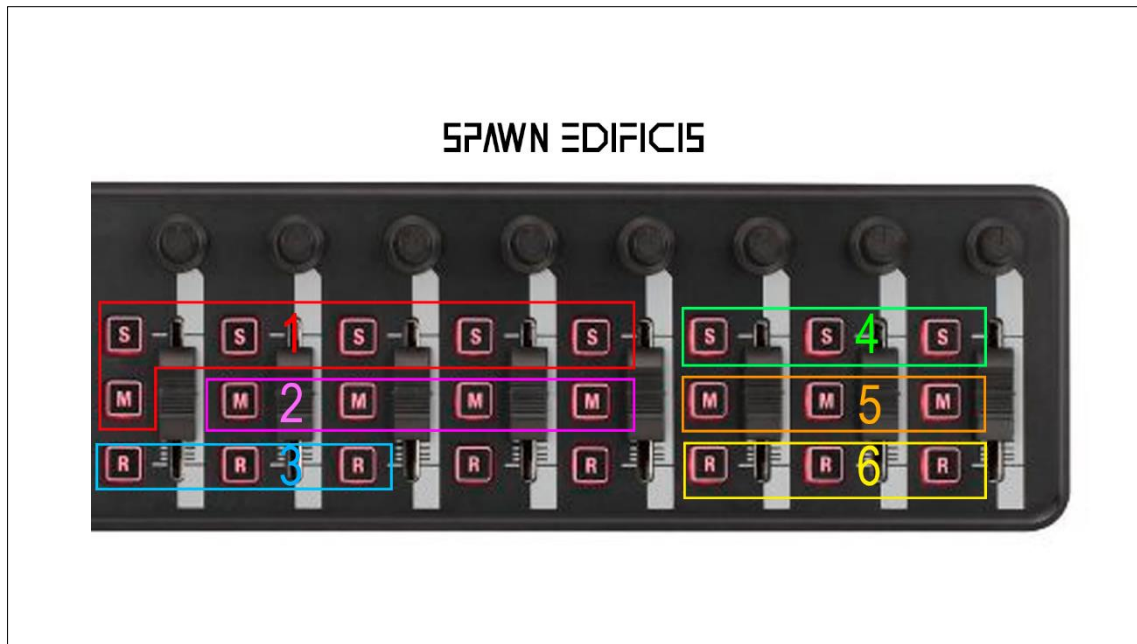


Figura 35. Midi spawners



Figura 36. Generació d'edificis de forma aleatoria

A continuació es pot veure l'altra meitat dels controls per modificar les variables de l'entorn (veure figura 37).

COMPORTAMENT EDIFICIS

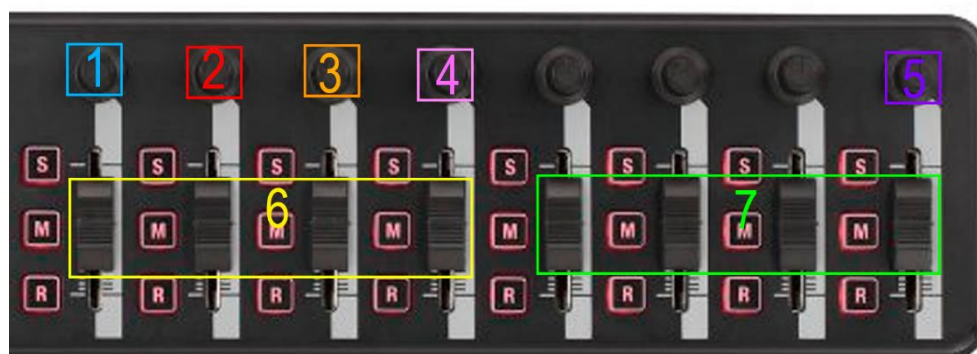


Figura 37. Controls de colors i moviment

Primerament, a la zona superior hi ha els controls per a la modificació de les barres de so.

El knob [1] es tracta del bias, que permet controlar les barres segons la intensitat del senyal.

El knob [2] es tracta del time step, que permet controlar la quantitat de cops per segon que pot realitzar un element.

El knob [3] es tracta del time beat, que permet controlar la velocitat de creixement dels elements

El knob [4] es tracta del time rest time, que permet controlar la velocitat de regressió dels elements

El knob [5] es tracta de les dimensions dels edificis. Aquestes dimensions estan organitzades de tal forma que la fila d'edificis més propera a la carretera és d'un 50%, la segona d'un 75% i l'última rep el valor complet del MIDI (veure figura 38).

El sector [6], son els *sliders* que modifiquen el color i la il·luminació dels edificis en format RGBA (és a dir, el primer *slider* es pel color vermell, el segon pel verd, etc) (veure figura 39).

El sector [7] també controla el color, però dels elements de l'entorn. També estan disposats en format RGBA (veure figura 40).

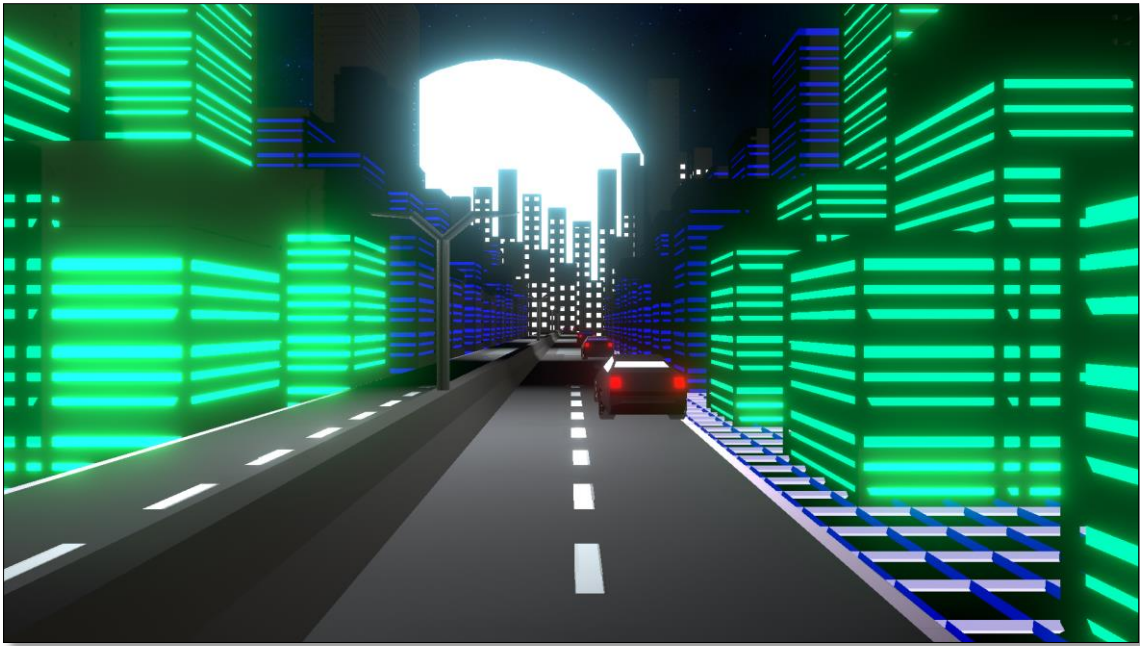


Figura 38. Generació d'altures segons la distància a la carretera

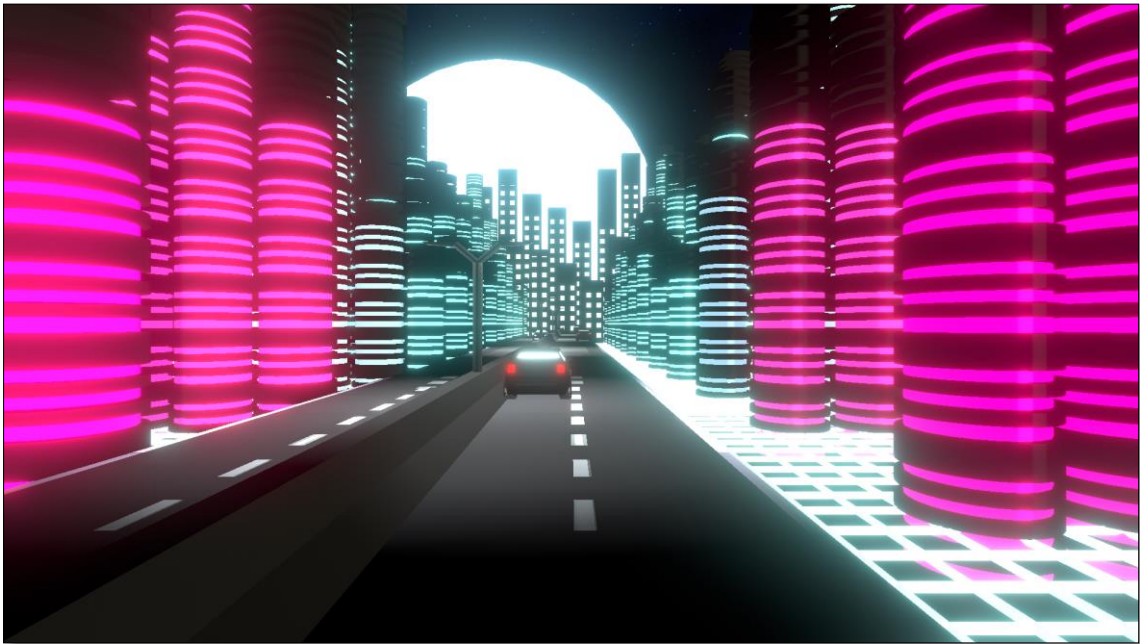


Figura 39. Exemple de la il·luminació dels edificis



Figura 40. Exemple il·luminació de l'entorn

Conclusió

En general estic bastant satisfet amb el resultat final obtingut del projecte de SoundCity.

Considero que els objectius proposats a l'inici del projecte s'han pogut assolir en gran mesura. Primerament, he pogut reforçar els meus coneixements base de programació i lògica per desenvolupar projectes en l'entorn de Unity. He pogut millorar la comprensió i la soltesa de programar en C# i he pogut aprendre a utilitzar i implementar eines desconegudes per mi fins ara: com les llibreries de so i de control MIDI.

També ha sigut una gran oportunitat per experimentar en un tipus de projecte diferent al que hem pogut anar veient durant el grau de Multimèdia, Aplicacions i Videojocs. Aquest projecte em motiva a continuar desenvolupant aplicacions, videojocs i entorns sense por a fracassar, ja que mitjançant els errors, la iteració i el prototipatge sempre pots acabar trobant una solució, guanyant coneixements i experiència durant el trajecte. A més a més, durant el desenvolupament de SoundCity també he estat acabant el grau i realitzant pràctiques simultàniament, fet que m'ha obligat a organitzar-me per tal de tenir suficient temps per totes les tasques. Gràcies a això, aquest semestre he descobert i he pogut aplicar metodologies de treball, principalment Kanban (amb l'eina [hacknplan](#)), que m'han facilitat el dia a dia.

Un dels objectius principals era establir una base per un entorn virtual interactiu. D'entrada, el projecte estava pensat per realitat augmentada o realitat virtual, però això hagués suposat un volum de feina encara major, així que fer el canvi a un entorn 3D ha sigut un gran encert. Tot i això, estic satisfet de tenir aquest projecte base que puc anar escalant a mesura que aquestes tecnologies continuen millorant, i desenvolupar, en un futur, aquest primer entorn interactiu que tenia en ment. A més a més, he pogut aprendre i experimentar amb la generació procedimental d'elements en escena i la modificació de tot l'entorn a partir d'uns *inputs* per part de l'usuari a partir d'un dispositiu extern a la pròpia màquina, experiència que estic segur que serà valuosa de cara a la carrera professional que m'espera.

Pel que fa a la planificació (figura 11), m'ha ajudat a poder fer un seguiment de tasques i del progrés del projecte de forma constant. És important comentar que jo acostumo a

ser una persona poc organitzada però, com he comentat anteriorment en aquesta secció, la millora personal en aquest aspecte ha sigut realment significativa. Tot i així, a causa del canvi de concepte durant el procés de prototipatge i de la mala planificació d'alguns equips de treball de les assignatures del grau, la planificació inicial d'aquest projecte s'ha hagut de modificar diverses vegades, havent de prescindir d'alguns aspectes del mateix. Tanmateix, m'agradaria recalcar algun dels errors a millorar o tasques a afegir si s'hagués disposat de més temps:

- **Ambició**
 - Sóc una persona que m'agrada pensar més enllà, i a l'hora de conceptualitzar la idea per un projecte acostumo a ser massa ambiciós o somiador. A vegades em sembla que intento reinventar la roda, quan el més senzill i efectiu és simplement millorar-la. És un aspecte que vull tenir més en compte de cara a futurs projectes.
- **Conceptualitzar i prototipar**
 - Relacionat amb el punt anterior, acostumo a tenir moltes idees però no a provar per veure si funcionen. Això sabent que la millor manera de tenir èxit a l'hora de desenvolupar un videojoc o una aplicació és realitzar un *MVP* i iterar a sobre constantment per veure'n la viabilitat, les millores i el potencial. Això també és un punt important que vull tenir molt en compte de cara al futur, per poder ser millor desenvolupador i poder arribar a crear jocs, aplicacions i entorns interactius realment interessants.
- **Playtesting:**
 - Finalment comentar la part de playtesting. M'hagués agradat elaborar un període de test per tal de saber si l'entorn interactiu pot semblar interessant a diferents perfils d'usuaris. Però el temps ha sigut limitat i he preferit prioritzar el funcionament de tot el sistema abans de estudiar l'interès o el potencial de venda del projecte, ja que no era un dels objectius principals.

Aquest és un projecte que em vull guardar per millorar i escalar en els següents anys, ara que la tecnologia de la realitat virtual està començant a despuntar. Amb això en

ment, m'agradaria pensar en aquest projecte com el final de la meva etapa acadèmica i el principi d'una ambiciosa carrera professional.

Webgrafia

[1] *Videos de stock similares de Retro futuristic synthwave cityscape seamless background.* (2022, 23 març). Shutterstock.

<https://www.shutterstock.com/es/video/search/similar/clip-21253474>

[2] *First Sound Bars animation chill out music.* (2020, 16 decembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=tUcPzOmogy4&ab_channel=GMUSIC

[3] *Zelda & Chill.* (2018, 14 setembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=GdzrrWA8e7A&ab_channel=GameChops

[4] *NE Animations | Noodle Extensions Render | Q2 Beat Saber.* (2021, 19 setembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=OyPeL4r2jmQ&ab_channel=ReddiGamer

[5] *Vaporwave | ANIMATION | music.* (2022, 5 febrer). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=JRhuvTSR0w&ab_channel=Quax

[6] *red square line - Download Stock Footage.* (2022, 4 febrer). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=7Vu4ejDlI8c&ab_channel=anoerone

[7] *Abstract Neon Triangle Glowing Motion Background - Kinemaster free video background VJ Loop.* (2022, 3 febrer). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=rcBirpelQo4&ab_channel=FreeVideoBackgroundloops

[8] *Green Bokeh Particle Tunnel Abstract Background Video VJ Loop Pattern 4k Screensaver free.* (2021, 10 octubre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=QeQeQeJ2XZA&ab_channel=Chill%26RelaxwitVisualEffects

[9] *Synthwave/Electric Mixtape I | For Study/Relax.* (2020, 27 octubre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=k3WkJq478To&ab_channel=Dr.BonkersInc

[10] *Back To The 80's | Best of Synthwave And Retro Electro Music Mix 2020.* (2020, 20 març). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=ajTTZ7iy6Ls&ab_channel=WolfAyoub

[11] *80s Retro Futuristic Videogame Landscape Screensaver 4K*. (2021, 13 novembre).

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=q7nz919dhVc>

[12] *Retro Car Travelling Toward A Planet Screensaver 4K*. (2021, 9 desembre).

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-mwjpfctfqu>

[13] *Retro Pink Neon Lights 1 Hour Loop Video | 4K Royalty-Free Background*. (2020, 27 juny). YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=cg3_lxKTjJA

[14] *Neon Path Palm Trees Sunset Retro 4k Screensaver & Relaxation Without Music*.

(2021, 30 juliol). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=uT7bZf7Jdjl>

[15] *The Drive - 1 Hour Version - 4K 60fps*. (2020, 31 agost). YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=lrf-GAYUOkQ>

[16] *Sunset Landscape In Big City Screensaver 4K*. (2021, 17 novembre). YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=0ErCOHqyyH4>

[17] *Futuristic City With Skyscrapers And Lake Screensaver 4K*. (2021, 11 novembre).

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=t-3jDyVkJL8>

[18] *Airplane Flying Through Retro City With Orange Sun Screensaver 4K*. (2021, 15 novembre). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZjhjGpmlWEQ>

[19] *80s Retro Country Drive Screensaver 4K*. (2021, 19 novembre). YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=SPgzriri14E>

[20] Epidemic Sound. (2022, 1 maig). *Royalty Free House Music*.

<https://www.epidemicsound.com/music/genres/house/>

[21] *Audio - Game entirely synced to music tempo?* (2019, 16 juliol). Unity Forum.

<https://forum.unity.com/threads/game-entirely-synced-to-music-tempo.711776/>

[22] *Laserwave by ambrits*. (2020, 23 juliol). Itch.io. <https://ambrits.itch.io/laserwave>

[23] *After Effects Tutorial - Hacking Intro Promo in After Effects | No Plugins*. (2019, 3 maig). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=iyTZehd_h5Q&ab_channel=DopeMotions

[24] *Unity 5 Visualise Audio Spectrum - Unity 3D[Tutorial][C#]*. (2016, 21 desembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=wtXirrO-iNA&list=RDCMUctQPCnbIB7SP_gM1Xtv8bDQ&start_radio=1&ab_channel=N3KEN

[25] *Audio Visualization - Unity/C# Tutorial [Part 6 - Ranged Usable Values]*. (2016, 21 setembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=QJCipD3YEE8&list=PL3POsQzaCw53p2tA6AWf7_AWgplskR0Vo&index=7&ab_channel=PeerPlay

[26] *GetOutputData and GetSpectrumData, what represent the values returned? - Unity Answers*. (2011, 7 setembre). Unity.

<https://answers.unity.com/questions/157940/getoutputdata-and-getspectrumdata-they-represent-t.html>

[27] *Neon Effects in Unity (10 Minutes or less!)*. (2019, 26 desembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=Nd1pmR1afGk&ab_channel=SpeedTutor

[28] *How to fix Pink Materials in Unity*. (2021, 10 maig). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=nB0r0c-SIVg&ab_channel=UGuruz

[29] *Blender Tutorial - Cyberpunk Animation in Eevee*. (2020, 8 desembre). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=5qN2CfVjwRg&ab_channel=chocofur