



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

GRADO EN COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL

Trabajo Fin de Grado

**GENERACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE AUDIO EN EL ENTORNO DEL
VIDEOJUEGO A PARTIR DE CERO**

CARLOS VARGAS CRUZ

REALIZADO BAJO LA TUTELA DEL PROFESOR: JOSÉ LUIS GARRALÓN VELASCO

CONVOCATORIA

(Septiembre 2015)

a. INTRODUCCIÓN

En la historia de los videojuegos, desde mediados de los años 70 hasta hoy, se han creado y consolidado títulos que han alcanzado en distintas épocas la denominación de clásico. Muchos de estos juegos tenían elementos característicos que los hacían inconfundibles y muchas veces, el elemento que los hacía distinguibles, era la música. Cualquiera que recuerde alguno de estos clásicos, recordara también la música que los acompañaba durante las partidas jugadas.

La razón por la que quiero llevar a cabo este proyecto, es la de indagar más en el mundo de la música y sus aplicaciones a otras obras multimedia, en este caso los videojuegos.

Considero que la música adaptada no se debe enmarcar en unas reglas y unas limitaciones concretas según la función que desempeñe. Es cierto que en algunos casos como el de la publicidad, o en el caso de las sintonías para empresas o informativos, la música queda relegada a un plano meramente funcional; de hecho muchas veces no le damos importancia aunque podemos recordarla fácilmente ya que se trata de una sencilla melodía, o un par de compases, que cumplen una función específica de identificación, de modo que escuchar estas sintonías de manera aislada sería algo absurdo. No ocurre lo mismo al escuchar una banda sonora de una película o de una serie, ya que en muchas ocasiones no se trata solo de música puesta para que suene de fondo y de ambiente, sino que además tiene un carácter narrativo y trata de contarnos algo.

Mi intención es aprender a componer música desde un punto de vista narrativo e interactivo, demostrando que se puede hacer teniendo conocimientos básicos, tanto en música como en programación, aunque es probable que quien se encuentre en esta situación se vea abrumado por la cantidad de conocimiento que necesite aprender en poco tiempo.

También quiero demostrar que no es necesario saber tocar ningún instrumento musical, ni es necesario adquirir ningún software de pago.

De la misma forma pretendo con este trabajo, ganar experiencia y desenvolverme bien en el entorno de la creación artística combinada con el trabajo profesional, defendiendo el hecho de que no se trata –como puede parecer a simple vista – de una actividad meramente lúdica.

Algunas asignaturas sobre las que se apoya la base de este trabajo, son las siguientes:

Teoría de la comunicación: Muchos de los autores que trata esta asignatura están relacionados con la cibernética y la comunicación entre máquinas y personas, lo cual está estrechamente ligado a programas de composición musical interactiva.

Narrativa audiovisual: Conocimientos sobre el uso de la música y los efectos sonoros en el cine. De esta forma puedo guiarme de mejor manera en el carácter que deben tener las composiciones musicales que desarrolle para el juego, y como estas deben ir variando en función del avance de este.

Montaje de audio y video: Esta asignatura es la de mayor importancia ya que de ella es de la que extraigo un amplio conocimiento práctico sobre software de edición y montaje, realización de paisajes sonoros, concepto de capas de sonido, señales de audio, mezclas,...

Introducción a las tecnologías de la información: Es de vital importancia con respecto a la creación de sonidos a partir de cero de forma electrónica, ya que en esta asignatura se explican los fundamentos del sonido digital, formatos y calidad de muestreo, estas dos últimas características son muy importantes para poder economizar recursos en cuanto a archivos utilizados.

Producción Audiovisual: Para llevar a cabo cualquier proyecto de carácter serio se deben establecer varias etapas relacionadas con el proceso de creación: la preproducción, producción y postproducción.

Propiedad Intelectual: En base a lo aprendido en esta asignatura, cabe destacar el trabajo realizado sobre los derechos de autor en las composiciones musicales, mediante el cual además de adquirir conocimientos legales del tema, concreté mejor las diferentes personas que pueden intervenir alrededor de una obra musical: compositor, interprete, ejecutante, productor de fonogramas, editor,...

b. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

b.1. Objetivos:

Mis objetivos principales se centran en primera instancia en analizar y en hacer un exhaustivo repaso a la historia de las consolas y maquinas recreativas, comparar entre las diferentes tecnologías destinadas a la generación de audio, y seleccionar las más destacadas.

Comparar los avances tecnológicos utilizados en el campo de las bandas sonoras para videojuegos con el de la música ligera y electrónica.

Resumir la historia de la música en los videojuegos, haciendo hincapié en aquellos que han marcado tendencia por su sonorización, por sus bandas sonoras o por la forma de implementación, para ello tendré que investigar sobre las diferentes formas de extracción de audio de un videojuego ya creado.

Escuchar y analizar detenidamente bandas sonoras, atendiendo al tipo de composición, carácter implícito, instrumentos virtuales o grabaciones de instrumentos reales, análisis teórico musical y enumeración de recursos recurrentes, según el tipo de juego.

Investigar sobre las diferentes formas de componer música, las tecnologías utilizadas para ello, los distintos procesos llevados a cabo desde la idea principal hasta el producto final.

Aprender a programar música y sonidos interactivos en un videojuego ya creado. Conocer diferentes reglas de composición será necesario para crear algoritmos que reproduzcan esas reglas de composición y de esta forma poder generar la propia música dentro del videojuego.

Ampliar mis conocimientos sobre música electrónica, electroacústica, digital, y sobre teoría musical. Ya que únicamente he limitado el campo de herramientas de creación, a software libre y gratuito que se encuentre disponible. Mediante algunos de estos programas pretendo recrear sonidos reales por medio de la síntesis de sonidos generados únicamente por ordenador.

Componer bandas sonoras de carácter narrativo e interactivo, es decir crear música que vaya cambiando conforme el desarrollo del juego avance. Estos cambios pueden estar referidos a la velocidad de reproducción, a la estructura musical, a las notas o escalas utilizadas y a la propia sonoridad de los instrumentos virtuales utilizados para realizar las composiciones.

Por último pretendo adquirir experiencia para futuros proyectos relacionados al término de la realización de este trabajo.

b.2. Metodología:

Ya que uno de los objetivos es conseguir generar, componer e implementar música y sonido en un videojuego únicamente mediante ordenador, he descartado cualquier uso de hardware externo, controlador e incluso interface externa de audio, utilizando la que normalmente incluye el propio ordenador. Si es cierto que un controlador, como puede ser por ejemplo un teclado MIDI¹, puede facilitar mucho la tarea de composición, ya que podríamos grabar directamente nuestra ejecución en tiempo real y transcribirla simultáneamente a información MIDI, sin embargo mi intención es demostrar que no es necesario el uso de ningún componente externo que no sean el teclado y el ratón o trackpad, por lo tanto me he limitado a utilizar únicamente software, descartando también el uso de bibliotecas de sonido predeterminadas en la medida de lo posible, pero permitiéndome la descarga y el uso de plug-ins² para procesar el audio en distintos programas. Si bien contaríamos con el teclado de escritura como único hardware necesario para componer, ya que algunos programas permiten usarlo de la misma forma que presionásemos las teclas de un piano.

b.2.1. Búsqueda y selección de software

Existe una gran cantidad de software destinado a la generación de audio y a su edición, el problema es que la mayoría y los más conocidos suelen ser de pago (p.e. Reason, Pro Tools, Logic o Cubase) por lo que he delimitado la búsqueda a programas gratuitos, o freeware.

Mediante listas y tablas de compatibilidad de software gratuito en las diversas plataformas, Windows, Mac Os, Linux y Unix he seleccionado cinco programas, entre ellos, un emulador de síntesis modular³, ‘SynFactory’, un secuenciador, ‘LMMS’, un editor de partituras, ‘MuseScore’, un editor de audio, ‘Audacity’ y el lenguaje de programación, ‘Pure Data’.

En cuanto al software destinado a la creación de programas y juegos he tenido en cuenta algunos de los programas con los que ya he tenido experiencia en programación de

¹ **Midi:** siglas utilizadas para denominar el estándar tecnológico que utilizan algunos instrumentos electrónicos para comunicarse (Musical Instrument Digital Interface).

² **Plug-In:** Programa o aplicación utilizada como complemento de otra aplicación para realizar una función específica.

³ **Síntesis Modular:** Síntesis de audio llevada a cabo mediante la combinación de varios módulos concretos, como pueden ser: Osciladores, amplificadores, filtros, etc.

videojuegos, como son ‘Game Maker’ o ‘Stencil’, sin embargo he descartado ambos, debido a que actualmente ‘Game Maker’ ha pasado a ser de pago y a que ninguno de los dos va a ser utilizado en el desarrollo del juego.

b.2.1.1. Software utilizado

Una vez investigados los distintos programas de audio y tras haber comparado mediante una tabla de compatibilidad, he seleccionado varios programas de edición de audio como son:

SynFactory: un programa de libre uso con licencia GNL creado por Peter Norsworth, que emula el montaje de un sintetizador modular, pudiendo generar, filtrar, y secuenciar sonidos generados dentro del propio programa de la misma forma en la que se haría con sintetizadores modulares analógicos consiguiendo estar a la altura de estos.

Pure Data: se asemeja a **SynFactory** ya que se basa en una interfaz esquemática de nodos, solo que en lugar de módulos, podemos usar una gran cantidad de objetos que ejecutan todo tipo de operaciones matemáticas y algoritmos. Este programa no solo está destinado a la generación de audio, sino que además se puede utilizar con otros fines, (p.e. generación de gráficos interactivos).

Audacity: un sencillo, pero potente editor de audio gratuito, el cual uso para pulir el audio resultante de los distintos programas probados con anterioridad, también destaco el uso de procesamiento de audio basado en plug-ins compatibles, para aprovechar de la mejor forma el programa.

MuseScore: es un editor de partituras que permite una amplia variedad de opciones en cuanto a notación musical, posibilitando la escritura de partituras para cualquier instrumento. Las partituras que genere mediante este programa son exportables a formato **MIDI**.

LMMS es un editor / secuenciador muy completo capaz de competir con los mejores programas de edición y secuenciación de audio, las prestaciones que ofrece están casi al mismo nivel que **Fruity Loops**, ambos programas se basan en el uso de instrumentos virtuales y plug-ins. En un principio puede parecer complicado de utilizar, pero su funcionamiento es bastante sencillo e intuitivo.

Cube Media Player 2: Se trata de un reproductor de archivos de audio y video que permite extraer y convertir el audio y video de cualquier disco de PlayStation o PlayStation 2. Únicamente hay que introducir el disco del juego en la unidad lectora de CD o DVD y escanearlo desde el programa. Este programa me sirve para poder escuchar los audios pertenecientes a algunos juegos, aisladamente y sin cortes.

Dentro de los programas destinados a la creación de videojuegos, he seleccionado el motor gráfico **Unity** tras haber llegado a un acuerdo con el director del videojuego que voy a sonorizar, David Sánchez Vega, ya que es el motor gráfico que él está usando, y permite un alto rango de posibilidades de creación.

b.2.1.2. Método de aprendizaje

El método de aprendizaje que he utilizado para manejar algunos de los programas como **LMMS** y **SynFactory**, ha sido mediante pruebas ensayo-error, mirando ejemplos ya creados e intentando averiguar cómo han sido creados tales ejemplos, observando detenidamente los elementos que lo componen. Únicamente he recurrido a tutoriales y manuales para comprender el uso del programa **Pure Data**.

El aprendizaje en otros programas como **MuseScore** ha sido mediante la realización de pruebas y examinando los distintos menús y opciones mediante un sencillo tutorial incluido en el programa. **Audacity** es el único programa con el que tengo experiencia previa, la cual he adquirido mediante experimentación y a través de la asignatura: **montaje y edición de audio II**.

El aprendizaje de uso del programa **Unity** puede resultar un poco complicado al principio, pero se tarda poco tiempo en hacerse al interface que presenta el programa, sin embargo existe un gran inconveniente a la hora de crear algo en poco tiempo y sin conocimientos previos sobre programación, y es que es necesario conocer el lenguaje de programación **C#** para poder llevar a cabo la tarea de programar, por lo que resulta extremadamente difícil aprender y memorizar el ‘vocabulario’ y ‘gramática’ que componen el **lenguaje C#**.

b.2.2. Búsqueda de información

Muchos de los conocimientos previos que tengo sobre tecnología musical y producción, los he adquirido buscando todo tipo de información sobre artistas y obras audiovisuales que han sido de gran interés y admiración para mí.

Respecto a la búsqueda de información, he sido capaz de encontrar varios libros sobre teoría musical, música computacional, música interactiva, música generada por ordenador y sobre videojuegos. Sin embargo, para obtener información sobre datos técnicos más concretos, he recurrido a páginas web, algunos blogs, tutoriales en video, manuales de programas y esquemas de unidades de efectos de audio e instrumentos musicales electrónicos. Además, para complementar mejor la búsqueda de información he realizado escuchas y visionados concretos prestando atención a los posibles detalles que pudiera encontrar.

b.2.2.1. Información sobre teoría musical

Encontrar información sobre teoría musical no es muy complicado, puesto que en las bibliotecas suele haber material didáctico muy completo. En internet se pueden encontrar algunas guías básicas y algunos tutoriales en video, los cuales recomiendo contrastar, ya que muchos no están explicados correctamente. No obstante tener un instrumento a mano como un piano o teclado electrónico facilita mucho la comprensión de conocimientos de este tipo.

Puesto que uno de los programas que utilizo, permite la construcción de acordes y melodías de una forma intuitiva y sencilla, considero un buen punto de partida el libro, ‘Teoría musical y armonía moderna’ de Enric Herrera.

b.2.2.2. Información sobre sintetizadores y música generada por ordenador

Uno de los libros que mejor me ha introducido en el mundo de la física del sonido y los sintetizadores, es el libro de Martin Supper, ‘Música electrónica y música con ordenador’, en el cual, habla extensamente de los procesos de captación sonora, los principios de la música concreta y la música electrónica, generación de audio de forma electrónica, funcionamiento básico de un sintetizador, programas de composición asistida por ordenador, y además cita algunas obras y autores interesantes que destacaron en el uso de las nuevas tecnologías de audio. En definitiva, este libro, a aparte de aclarar y

hacer comprensible muchos conceptos que antes desconocía, me ha servido de inspiración a la hora de crear e investigar más acerca de las composiciones de este tipo.

Por otro lado, la mejor forma de asimilar este contenido es escuchando piezas musicales creadas y ejecutadas con aparatos concretos o en las que se ha utilizado un recurso determinado, por lo que he recurrido a la escucha de las siguientes obras que considero importantes dentro de la música electrónica:

- **WENDY CARLOS, ‘Switched to Bach’ y ‘Beauty in the Beast’** (1968 y 1986): La particularidad de estos dos álbumes radica en que todos los cortes que los forman, han sido compuestos únicamente mediante sintetizadores y sonidos electrónicos, creando una amplia gama de timbres y emulando todo tipo de instrumentos, incluyendo algunos de percusión en algunas de las pistas.

La importancia de ‘Switched to Bach’ está relacionada con la época en la que fue realizado: Finales de los años 60, dada en la que apareció en el mercado el primer sintetizador, el Moog, en el que ayudó Wendy Carlos a su fabricación y diseño, aportando las primeras pruebas audibles, que otorgaron validez a este nuevo instrumento, versionando piezas clásicas del compositor barroco Johann Sebastián Bach.

‘Beauty in the Beast’ destaca por emplear al máximo la capacidad tonal de los sintetizadores empleando el microtonalismo⁴ en todas las piezas que componen el álbum, empleando diferentes sistemas de notas musicales, como las escalas alfa, beta y gamma, descubiertas por ella misma.

- **KRAFTWERK, ‘Kraftwerk 1’ y ‘Autobahn’**(1971 y 1974): La característica principal y destacable de estos dos discos es que en algunos momentos determinados de los mismos, se juega con algunos sonidos generados de forma electrónica que simulan e imitan sonidos de la realidad. Por ejemplo, en ‘Kraftwerk 1’ la introducción de una de las piezas, se basa en recreaciones de sonidos de aviones lanzando bombas mediante el uso del sintetizador. De la misma forma, en ‘Autobahn’, se recrea el sonido que hace el aire al viajar en coche a cierta velocidad y con las ventanillas bajadas, de manera rítmica o el sonido del claxon.

⁴ **Microtonalismo:** Sistema musical en el que se utilizan microtonos pudiendo crear escalas de más de 12 notas por octava.

- **Electronic Muisc** (1965): Se trata de un disco recopilatorio que contiene siete piezas experimentales de música electrónica desarrollada mediante diversas técnicas, como son: la superposición y manipulación de cintas, síntesis granular⁵ y generación de sonidos electrónicos. El disco goza de cierto atractivo histórico debido a que su fecha es anterior al primer sintetizador lanzado al mercado, el Moog.

b.2.2.3. información sobre el funcionamiento de un sintetizador

Para obtener información sobre cómo funciona un sintetizador y como usarlo, he recurrido al visionado de vídeos realizados por particulares que muestran como usan algunos modelos. Sin embargo, para conocer con todo detalle técnico el funcionamiento de un sintetizador, el libro de Martin Supper, ya mencionado anteriormente, explica detalladamente los distintos procesos que se llevan a cabo para generar sonido, pudiendo predecir como sonara un sintetizador antes de ejecutarlo en función de su configuración. Otra forma de aprender a usar un sintetizador es mediante el uso directo de alguno, pero al no disponer de ninguno debido a sus altos costes (especialmente los analógicos), los instrumentos virtuales son una buena alternativa, ya que emulan con éxito algunos modelos y hace comprensibles de manera directa muchos de los conceptos.

b.2.2.4. información sobre software e instrumentos virtuales

La información acerca del funcionamiento de instrumentos virtuales que emulan sintetizadores, viene dada principalmente por lo mencionado anteriormente, además del hecho de poder realizar pruebas alterando los controles de los parámetros al mismo tiempo que se reproduce un fragmento de notas en un software secuenciador.

b.2.2.5. Información relativa a la programación en Unity

Al no tener conocimientos previos sobre el motor gráfico Unity, ni tampoco sobre la base de su funcionamiento, que es el lenguaje de programación C#, he aprendido aspectos concretos sobre cómo realizar códigos destinados a la implementación del sonido y la programación musical mediante tutoriales en video y mediante el libro digital ‘introducción a la programación en C#’ de Nacho Cabanes, he adquirido algunos fundamentos y funciones básicas sobre programación.

⁵ **Síntesis granular:** síntesis obtenida tras descomponer un sonido en fragmentos casi inaudibles y reagruparlos de forma distinta.

b.2.2.6. información sobre composiciones musicales en videojuegos

Para tener una idea más clara del tipo de composiciones utilizadas en videojuegos, he realizado escuchas de varias bandas sonoras y bibliotecas de sonidos usadas, durante la ejecución del propio juego y de manera aislada para poder prestar atención a cada sonido de manera independiente. Esto me ha servido, para averiguar más sobre la tecnología, el equipo que ha sido utilizado para la creación de dichas composiciones, y sobre todo para saber la forma en la que han sido utilizados. He buscado información sobre los compositores y diseñadores de sonido de algunos títulos, sus trayectorias y proyectos en los que han trabajado, además de revisar algunas entrevistas realizadas a estos profesionales.

b.2.2.7. historia de los videojuegos

En cuanto a la historia de los videojuegos he podido encontrar el libro: ‘Juego: Historia, Teoría y Práctica del Diseño Conceptual de Videojuegos’, de Francisco Borja López Barinaga, en el que explica la evolución de los videojuegos, desde el punto de vista de la multidisciplinariedad necesaria para crearlos, explicando de forma muy completa las interacciones que suceden entre el hombre y la maquina a lo largo de la historia del juego. También incluye un resumen de la historia de los videojuegos. Toda esta información la he complementado en base a mis propias experiencias con algunos títulos.

b.2.2.8. evolución de las consolas

De la misma forma explicada anteriormente he obtenido la información sobre consolas, sin embargo he tenido que complementarlas con información de internet contrastada con vídeos de pruebas de las mismas consolas realizadas por particulares y algunos emuladores existentes.

b.3. Flujo de trabajo

El orden en el que se han establecido los pasos a llevar a cabo para la realización de este trabajo han dependido directamente del proyecto al que van destinadas las composiciones y audios generados.

En primera instancia se ha tratado de tener claras las características generales del proyecto y algunos aspectos que determinaran que tipo de trabajo voy a desarrollar, todo esto por medio de reuniones con el creador del videojuego: David Sánchez Vega.

Antes de comenzar con la parte práctica, se han estimado las posibilidades que ofrece el software escogido con anterioridad para trabajar.

El esquema de trabajo está dividido en dos partes: una destinada únicamente a la generación y composición de audio, incluyendo también la postproducción de los archivos de audio generados y a proporcionarles un formato correcto; y otra parte destinada a la implementación del audio dentro del proyecto del videojuego junto a David Sánchez Vega, mediante reuniones en las que tratamos de llegar a un acuerdo sobre las posibilidades que ofrece el lenguaje C# respecto al sonido, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos sobre este tipo de lenguaje.

Para recopilar información sobre el proyecto al que van a ir destinadas los sonidos y audios que genere, he recurrido a la formulación de preguntas sobre las distintas características que tendrá el videojuego en cuanto a las pantallas y el modo de desarrollo de los distintos niveles y su estructuración, habilidades del personaje principal y sus interacciones con el entorno y otros personajes.

c. ANÁLISIS

c.1.Aproximación histórica

c.1.1. Historia de los videojuegos

La historia de los videojuegos comienza de una manera parecida al comienzo de internet, es decir, desde el punto de vista militar, ya que se considera a los programas de simulación y cálculo de probabilidades usados durante la década de los cincuenta, como los antecedentes a los primeros videojuegos.

En esta aproximación histórica, me centrare en videojuegos destacados que han alcanzado un cierto estatus por su impacto en la sociedad y en el propio entorno de los videojuegos.

El primero de ellos considerado popularmente, es una recreación del clásico juego de las tres en raya, conocido como 'OXO', en el que el jugador se enfrenta directamente a la maquina. Se trataba de un juego bastante sencillo y limitado en cuanto a sus posibilidades.

Más tarde surgirían otros en los laboratorios de universidades prestigiosas de Estados Unidos. El primero en ser reconocido de la historia fue 'Spacewar', diseñado en 1961 por Steve Russel.

En 1968 Ralph Baer lleva a cabo la primera patente del primer juego capaz de ser utilizado en una televisión convencional. Al mismo tiempo, comienzan a aparecer las primeras maquinas recreativas.

El gran impacto que supuso la comercialización de los videojuegos, se puede comprobar en el gran éxito que tuvo el juego PONG, creado por la recién fundada compañía 'Atari', en 1972. El mismo año, la empresa 'Magnavox' lanzaría la primera consola con la que poder jugar desde casa.

Hasta finales de los años setenta no terminará de asentarse la industria del videojuego. El éxito de ventas que aporta el juego 'Space Invaders', creado por la empresa 'Atari' en 1978, hace posible el desarrollo de la industria y consigue que esta tenga mayor relevancia.

A partir de los años ochenta, el videojuego comienza a ser visto como un negocio, y a adquirir una nueva dimensión por medio de títulos protagonizados por personajes no

genéricos, como ‘Pac-man’, ‘Donkey Kong’, ‘Mario’ o ‘Link’. Comienzan a surgir nuevos modelos de consolas que competirán entre sí.

A finales de los ochenta y parte del principio de los noventa, surge la cuarta generación de consolas entre las que destacan: ‘Sega Mega Drive’, ‘Super Nintendo Entertainment System’ (SNES) como sucesora de la ‘Nintendo Entertainment System’ (NES) y además aparece la primera consola portátil en alcanzar un éxito considerable, la consola ‘Game Boy’

Durante la década de los noventa, se establecen dos grandes compañías rivales como dominantes en el mercado: Sony – con su primera consola – PlayStation; y Nintendo, con la nintendo 64. Durante esta época comenzó el desarrollo de los primeros juegos en utilizar un entorno en tres dimensiones. Sega lanzo en esta década su sexta consola: ‘Sega Saturn’, que no logró tanta popularidad como la de sus competidores, aun entrando en el mundo de los gráficos en tres dimensiones. Más tarde Sega lanzaría una de sus mejores consolas, y desgraciadamente la ultima: ‘Sega Dreamcast’.

A partir de esta época en adelante, los juegos comienzan a desarrollar de forma más profunda el argumento de sus historias, prestando mucha más atención a los elementos narrativos que forma parte de las obras. Además se experimenta un avance colosal en cuanto a gráficos y jugabilidad, debido a la aparición de consolas de sexta generación, en la que entra la empresa Microsoft con su consola Xbox. Por otro lado se consolidan algunas de las sagas más importantes, como son, ‘Final Fantasy’, ‘Tomb Raider’, ‘Metal Gear’ o ‘Grand Theft Auto’.

En los últimos años, desde 2013, el aspecto de los últimos videojuegos, cada vez se asemeja más a una superproducción de cine, tanto en la línea argumental de sus historias, como en el presupuesto y personal empleado para el proceso de creación y adaptación. También progresa la forma en la que el jugador interactúa con el entorno que le rodea dentro del videojuego, teniendo la posibilidad de alterar casi cualquier elemento que le rodea.

Al mismo tiempo que surgen este tipo de juegos, algunos aficionados comienzan a programar videojuegos inspirados en antiguos títulos conocidos como juegos ‘indie’ o independientes, muchos de ellos son bastante adictivos y algunos al alcanzado un gran éxito comercial.

c.1.2. Historia de los sintetizadores

Es fácil pensar que los sintetizadores parecen invenciones recientes, si es cierto que su popularidad cada vez se acentúa más con el paso del tiempo, sin embargo, estos instrumentos electrónicos tienen una larga historia.

El primer instrumento que podemos concretar como electrónico, es el Theremin, inventado en 1919 por el soviético Leon Theremin. Este instrumento consistía en una caja con una antena y una barra de hierro lateral y emitía un sonido basado en una onda senoidal, cuyo tono podía ser modificado al acercarse o alejarse la mano de la antena, el volumen podía controlarse acercando o alejando la mano hacia la barra lateral.

Posteriormente en 1928, surgiría un nuevo instrumento parecido al Theremin en cuanto al sonido, el Ondas Martenot, cuyo funcionamiento era similar al del Theremin, solo que para accionar el volumen había que utilizar un pedal o interruptor y para controlar el tono, podían usarse las teclas de piano que incluía, o bien deslizar un anillo de metal y presionando una cinta, esta era la mejor forma de utilizarlo ya que se conseguía una interpretación con mayor expresividad.

En 1938 aparece el Órgano Hammond, cuya característica principal era la de poseer altavoces giratorios, cuya velocidad podía ajustarse para crear modulaciones que aportaban colorido al sonido. También estaba basado en ondas senoidales que podían ser sumadas constituyendo la realización de una síntesis aditiva. Más tarde, en 1939, surgiría un nuevo tipo de órgano, conocido como Novachord, el cual incluía un generador de envolvente⁶ y la posibilidad de realizar síntesis sustractiva por medio de filtros.

Más tarde en 1939, fue presentado lo que podría considerarse el primer sintetizador: el Voder. Se trataba de un sintetizador de voz que conseguía generar sonidos que imitan el habla humana. Funcionaba por medio de un pedal que controlaba el tono y unas teclas que realizaban frecuencias concretas para imitar algunos fonemas.

Casi una década después, surgiría el primer 'sampler', el Chamberlin 200, que sería el precursor del famoso Mellotron, ya que su funcionamiento era similar, consistía en un teclado de piano, que al ser tocado, accionaba la reproducción de cintas magnéticas

⁶ **Generador de envolvente:** Véase: Anexo: i.1. Nociones básicas de SynFactory. Pag. 57.

almacenadas en su interior, en las que había grabadas muestras de sonido que correspondían al tono de las teclas.

Más tarde en la década de los años cincuenta, se crearon nuevos modelos de sintetizadores que utilizaban un oscilador por nota, llegando a utilizar hasta 12 en un solo modelo. El más destacado fue el RCA Mark II. A finales de los años sesenta, se lanzó al mercado el primer sintetizador de la marca Moog, diseñado por Robert Moog, cuyos avances permitieron incluir la tecnología de control por voltaje, pudiendo elegir entre cuatro formas de onda distintas, envolventes y filtros.

A partir de aquí comienzan a surgir modelos comerciales, como el Prophet 5, primer sintetizador en incluir una polifonía de cinco teclas. También aparecen los primeros secuenciadores, los cuales no almacenaban audio en una cinta, pero sí almacenaban información musical, convirtiéndose en un precursor del MIDI, que no llegaría hasta 1983.

A partir de aquí en adelante comienza la era digital, en la que se utilizan ordenadores para la producción musical, aunque se siguen fabricando algunos modelos analógicos, incluso en la actualidad.

c.2. Análisis de las músicas y sonidos que se utilizan.

Durante las distintas etapas sucedidas desde la creación de los videojuegos se han ido creando tendencias en cuanto al tipo de música compuesta según la época, los recursos y el tipo de juego.

Las primeras épocas que abarcan desde el comienzo hasta el año 1985 aproximadamente, estaban marcadas principalmente por los recursos, ya que los sonidos eran muy sencillos. Constaban de varios tipos de osciladores, normalmente de onda cuadrada, triangular y con forma ‘dientes de sierra’ que aparecerían más tarde. Las partes de percusión, eran recreadas mediante golpes de ruido con distintos tipos de filtros y envolventes. Evidentemente a lo largo de algo más de una década, el sonido evolucionó en calidad, aumentó el número de canales, osciladores y filtros, pero el tipo de sonido era característico de estas épocas. Posteriormente algunos autores han vuelto a utilizar este sonido en la actualidad para versionar temas de grupos musicales actuales o para hacer sus propias composiciones musicales, conocidas como música chiptune.

Posteriormente se experimenta una mejoría considerable en cuanto a calidad de sonido tanto en las nuevas consolas que van surgiendo como en los nuevos títulos que aparecen, debido

a una mayor capacidad de almacenamiento, comenzando a introducir canales específicos de audio destinados a la reproducción de muestras de audio (samples), bastantes sencillos y de baja calidad. Más adelante comienza a mejorar el tipo de información a secuenciar para generar música, llegando así hasta el comienzo del uso de composiciones basadas en sistemas similares al MIDI.

Con la entrada de las consolas que utilizan el formato CD, aparece la posibilidad de reproducir las pistas de audio desde el propio juego en calidad CD.

Normalmente en los videojuegos, la música tiene un componente funcional, ya que pone en situación al jugador ,asemejándose cada vez más, de la misma forma que en una película, solo que esta vez el jugador es quien decide como transcurrirá la acción y de la misma forma la música y efectos de sonido.

Mediante la observación y prueba de varios videojuegos, las formas en las que el sonido y la música se vuelven interactivos es mediante accionadores (triggers), es decir según algún condicionante respecto a algún parámetro del videojuego se acciona un sonido o fragmento musical (p.e. al hacer mover al personaje hasta un lugar concreto se activara el sonido o fragmento musical). Otras veces la música suena directamente al comienzo del juego o de un nivel, y normalmente se repite hasta finalizar dicho nivel, esto sucede normalmente en los juegos de plataformas, en algunos casos la música que se reproduce de fondo en un nivel del juego, va cambiando conforme vamos avanzando, se van añadiendo capas de música a un pequeño fragmento que sirve como base.

Otra forma de hacer más interactiva la experiencia auditiva en un videojuego es mediante la alteración en tiempo real de dichos sonidos según el condicionamiento de parámetros (p.e. podemos hacer que un sonido tenga reverberación al reproducirse en el momento en el que el personaje principal este en una zona concreta del juego) como pueden ser la distancia objetiva y la direccionalidad del sonido respecto de la fuente de este.

Un caso contrario al último descrito, sería el de la alteración del juego en función de la música reproducida, claro que dentro de esta concreción solo podríamos indicar juegos en los que la música sea el componente principal, es decir los juegos musicales, algunos de los cuales, permiten introducir música de manera personalizada y generar de estas formas distintas dificultades y pruebas.

c.2.1. Tecnologías utilizadas.

En este apartado trataré la evolución de los sistemas de sonido más destacados, utilizados en las distintas consolas a lo largo de la historia de los videojuegos.

c.2.1.1. Predecesores

Ya que esta parte del trabajo versa sobre las tecnologías utilizadas para reproducir datos que tendrían como resultado la audición de alguna pieza o fragmento musical, es adecuado comenzar desde el principio. El primer instrumento que realizaba una reproducción automática fue el piano Welte-Mignon, de la empresa M.Welte & Söhne, patentado en 1904. El hecho de poder componer para este instrumento mediante el uso de rollos de papel perforado, permitía cierta interactividad con el propio músico, pudiendo ejecutar el instrumento durante su reproducción.

c.2.1.2. Primeras consolas y ordenadores

- **Atari 8 bits:** Hacían uso del chip multifunción POKEY para reproducir sonidos relativamente complejos. Su sonido característico se debe a que la forma de onda que utilizaba era cuadrada o de pulso. Constaba de 4 canales de 8 bits cada uno, pudiendo obtener en cada canal 256 tonos diferentes y 16 niveles de volumen. También podían combinarse 2 canales para obtener uno de 16 bits que pudiese reproducir hasta 65536 tonos. También se podía controlar la forma de onda, pudiendo hacer variaciones aleatorias de la duración del pulso de la onda cuadrada, consiguiendo un efecto de ruido, que combinado con un adecuado uso de un filtro de paso alto, podía generar algunos sonidos percusivos sencillos. El mismo chip también era utilizado como temporizador y generador de números aleatorios.
- **Commodore 64:** puesto a la venta en 1982, utilizó uno de los mejores chips del mercado, el SID (Sound Interface Device), destacando por su peculiar sonido. Constaba de tres osciladores sincronizables entre sí, que disponían de cuatro formas de onda: triangular, diente de sierra, pulso y ruido. Además disponía de tres generadores de envolvente y un filtro programable con una frecuencia de corte ajustable entre los 30 Hz y 12Khz, con salidas de paso alto, paso bajo, paso de banda y eliminación de banda. Todos estos

elementos permitían un amplio abanico de posibilidades sonoras pudiendo realizar combinaciones entre los osciladores por medio de la modulación de anillo⁷.

- **ZX Spectrum:** Este modelo contó con el chip de sonido AY-3-8910 de General Instruments. Este chip consta de tres canales primarios, cuyos tonos están controlados por seis registros, dos para cada canal, obteniendo así 4096 tonos, debido a que el valor de bits estaba limitado a 12. Otros dos registros controlan la generación de ruido y la mezcla de ruido en los tres canales respectivamente. El resto de registros van destinados al control de volumen de cada canal y al control de los valores de los generadores de envolvente.
- **Amstrad CPC:** Usaba el mismo chip de sonido que el Spectrum, y generalmente las músicas se aprovechaban en los juegos que salían en ambas plataformas.
- **Atari ST:** Bastante popular entre los músicos de la época, debido a que incorporaba un interfaz MIDI que traía de serie, muy útil para componer y secuenciar. En cuanto a la capacidad sonora se asemejaba al Amstrad y al Spectrum ya que usaba una réplica del chip de sonido AY-3-8910 pero fabricado por Yamaha.
- **Amiga:** Los títulos creados exclusivamente para este modelo destacaron por su sonido, ya que el chip integrado 'Paula' contenía cuatro canales estéreo de 8 bits PCM⁸.
- **Nintendo Entertainment System:** El hardware de sonido de esta consola tenía bastantes limitaciones, aunque algunos juegos incluían chips adicionales para mejorar el sonido. El chip utilizado contaba con cinco canales, dos destinados a osciladores de onda cuadrada con variación en el ciclo de pulso y uno de ellos usado para generar ruido blanco. El volumen podía ser ajustado en 16 niveles. Además incluía un control de portamento o *glissando*⁹. Además podía reproducir sonido PCM de hasta 7 bits.
- **SEGA Master System (y Game Gear):** Las consolas de 8 bits de SEGA empleaban un circuito integrado similar al AY-3-9810, el Texas Instruments SN76489. En el caso de los modelos japoneses, algunos juegos usaban también el Yamaha YM2413, que permitía

⁷ **Modulación de anillo:** Este tipo de modulación se obtiene al multiplicar los valores de dos ondas sonoras, alterando la amplitud de una de las ondas cíclicamente y lo suficientemente rápido como para generar variaciones tímbricas.

⁸ **PCM (Pulse Code Modulation):** Procedimiento, por el cual se transforma una señal analógica en una secuencia de bits.

⁹ **Glissando:** Término procedente del italiano que se refiere al efecto sonoro producido al intentar reproducir las notas intermedias de un intervalo al pasar de una nota a otra.

síntesis FM (modulación de frecuencias) entre varios osciladores, consiguiendo una mejor calidad de sonido.

- **SEGA Mega Drive:** al igual que su predecesora, esta consola de 16 bits también hacía uso de los circuitos Yamaha YM2612, y el Texas Instruments SN76489, gobernados a su vez, por el microprocesador de 8 bits: Z80.
- **Super Nintendo (SNES):** Respecto a las especificaciones que corresponden al apartado del audio, esta consola tenía una memoria con una capacidad de 64 Kb destinada a almacenar muestras y melodías. Además, el hardware de audio constaba de 8 canales que usaban muestras comprimidas de ondas. Incluía también un procesador digital de sonido de 16 bits, usado para añadir efectos sonoros como eco, reverberación,...
- **Sega Saturn:** Esta consola introdujo una novedad que cambiaría la forma de reproducir el sonido en las próximas generaciones de consolas, ya que permitía la reproducción de las pistas de audio que incluía el disco del juego, permitiendo un muestreo de 44.100 Hz. Sin embargo muchos desarrolladores y compositores seguirán utilizando el chip de audio, un circuito integrado de Yamaha y un Motorola 68000 que conseguían aportar 32 pistas de audio PCM con capacidad de añadir 16 efectos de sonido predeterminados.
- **Sony PlayStation:** La primera consola de Sony ofrecía altas prestaciones en cuanto al sonido, a un nivel muy similar al de Sega Saturn. Contaba con 24 canales permitiendo un muestreo de 44.100 Hz. Además procesaba hasta 512 Kb de archivos de muestras de audio. DE la misma forma, soportaba instrumentación MIDI, pudiendo realizar efectos digitales como son: modulación, portamento o reverberación.
- **Nintendo 64:** En cuanto al sonido, esta consola no estuvo a la altura de sus competidoras, aunque se aprovecharon bien sus limitaciones respecto al hecho de funcionar con cartuchos. En esta consola las tareas de procesado de sonido eran llevadas a cabo por la propia CPU, consiguiendo tener 64 canales de sonido de 16 bits.
- **Sony PlayStation 2:** Con la llegada de esta consola, muchos desarrolladores y compositores comienzan a hacer uso de música producida en estudios de grabación profesionales. De la misma manera que en consolas anteriores, algunos títulos seguirían usando el hardware que incluye la propia consola. Las prestaciones de sonido que ofrece

son: 48 canales de sonido con una calidad de 48.000 Hz. Además es compatible con sistemas de sonidos multicanal como Dolby Digital o DTS.

- **Microsoft XBOX:** La incursión de Microsoft al mercado de las consolas, aportó en el campo del sonido, la posibilidad de añadir al disco duros archivos de audios en formato WMA (Windows Media Audio) y poder jugar a algunos juegos con música personalizada. Posteriormente sucedería igual en las siguientes consolas.

c.2.1.3. Consolas de séptima generación: Los últimos modelos, cuentan con procesadores de alta calidad que ofrecen configuraciones 7.1 para llevar la experiencia de juego a un nivel más cinematográfico en cuanto al audio se refiere.

c.2.2. Tipos de músicas

La música en los videojuegos tiene como objetivo poner en situación al jugador, y para esto se tiende a recurrir más al carácter musical que al propio género musical. Puede parecer complicado etiquetar que tipo de género es la música de videojuegos, ya que se inspira en todo tipo de géneros ya existentes (rock progresivo, pop, jazz, música electrónica,...).

c.2.2.1. Según el tipo de videojuego

Ya sean, compuestas o ya existentes, las banda sonoras usadas en los videojuegos deben casar con el estilo de juego, el argumento y en definitiva la personalidad de este.

c.2.2.1.1. Videojuegos de carreras: Es muy recurrente el uso de géneros musicales que por regla tengan un tempo alto, es decir una velocidad rápida. Estos géneros suelen ser: Drum and bass, rock, música electrónica.

c.2.2.1.2. Videojuegos de deportes: Este tipo de juego, dependiendo del tipo de deporte, suele incluir música durante la navegación por los menús. Se podría establecer una clasificación entre:

- Deportes serios y simulación (p.e: de fútbol, tenis, baloncesto y de atletismo). Estos juegos únicamente incluyen música en los menús en algunos casos y no durante la acción.

- Deportes urbanos o ficticios (p.e: skate, snow, deportes extremos). Aquí la música cobra importancia principalmente durante la acción del juego.

La música utilizada generalmente en este tipo de juegos suele provenir de grupos, es decir no se trata de música que haya sido compuesta para el juego y normalmente se suele reproducir en orden aleatorio.

c.2.2.1.3. Videojuegos de estrategia: suelen ir acompañados de una música que va sonando de fondo durante las partidas y en los menús. Como la mayoría de juegos de estrategia tratan sobre conflictos bélicos la música que acompaña suele ser de tipo orquestal muchas veces.

c.2.2.1.4. Videojuegos de aventuras: Dentro de este apartado incluyo juegos de plataformas en 2D, 3D y juegos de acción en primera persona. La música en estos juegos suele estar ordenada según los niveles, es decir, a cada nivel se le asigna una pieza musical concreta, otras veces la música se reproduce en base a unos eventos determinados que ocurren durante el juego.

c.2.2.1.5. Videojuegos de rol: De la misma forma que ocurre en los videojuegos de aventuras, en los juegos de rol se asigna una pieza musical a cada nivel o zona del juego, haciendo hincapié en el elevado número de menús la música cumple una función identificativa.

c.2.2.1.6. Videojuegos musicales: Actualmente muy populares aunque existen desde mediados de los años 90. El objetivo principal de este tipo de juegos, es pulsar una secuencia de botones o teclas según aparecen en pantalla al ritmo y complejidad de la música que está sonando, algunos de estos juegos permiten la conexión de un micrófono y contabilizar los aciertos en cuanto al tono que el videojuego pide que cantemos. En definitiva, es la evolución del karaoke y del clásico juego ‘Simón dice’. Además algunos títulos permiten importar temas musicales que generaran nuevas pruebas y niveles, un claro ejemplo de esta función lo cumple el videojuego ‘Vib Ribbon’.

c.2.2.1.7. Videojuegos de simulación: Ya que la mayoría de estos juegos se consideran ‘serios’, es decir se usan con propósitos educativos y de formación, no presentan pistas de música durante la acción del juego porque sería una distracción para el usuario, rara vez los menús vienen provistos de música de fondo.

c.2.2.1.8. Videojuegos de habilidad y puzles: Para este tipo de videojuegos no existen convenciones sobre en qué momento suena la música, algunos simplemente no tienen, aunque también existen juegos de habilidad en los que la música que suena de fondo varía en velocidad y complejidad según se vaya incrementando la dificultad en el juego al avanzar.

c.2.2.2. Según procedencia

De la misma forma que en la realización de un film, las decisiones tomadas respecto a la procedencia de la música que acompañara la obra pueden ser completamente exclusivas o composiciones ya creadas por otros artistas musicales.

c.2.2.2.1. Música compuesta

Si hablamos de música compuesta, nos referimos a un autor o artista que ha sido contratado para crear exclusivamente la banda sonora del juego, en algunos casos también se le pide realizar los sonidos que formaran parte del juego, de la misma forma que se hace en las películas el compositor puede visionar y probar el juego además de conocer las características concretas, técnicas y argumentales, de algunos de los elementos que lo componen.

Normalmente los compositores de ámbito cinematográfico suelen utilizar un piano o teclado a la hora de escribir las partituras que luego serán interpretadas por una orquesta. En el ámbito de los videojuegos este proceso varía, ya que dependiendo de la época, se debía escribir música que fuera reproducible en una tecnología concreta, algunas muy limitadas, permitían pocas posibilidades sonoras, tímbricas y melódicas.

Anteriormente la forma de escribir música para videojuegos, era programando las pistas de audio por medio de programas específicos en los que se tenían que introducir datos correspondientes al tono de las notas musicales y a su duración.

Actualmente este proceso se lleva a cabo mediante un teclado o dispositivo MIDI que permite grabar una ejecución en tiempo real, pudiendo controlar todo tipo de instrumentos virtuales.

En algunas ocasiones, se ha pedido la colaboración de algún grupo o artista conocido para desarrollar parte de la banda sonora, o algunos sonidos concretos como ocurrió con el título Quake II, en el que algunos de los temas habían sido producidos por Trent Reznor, líder del grupo Nine Inch Nails, cuyo logotipo aparece en algunas zonas del juego.

c.2.2.2.1.1. Compositores de renombre

‘Sonic Mayhem’ (Sascha Dikiciyan): Su estilo de composición mezcla sonidos típicos del rock industrial y la electrónica, con elementos orquestales. Además de componer, también es diseñador de sonido y ha trabajado para títulos como ‘Borderlands’, ‘Mass Effect 3’, ‘Tron: Evolution.

“Me considero un arquitecto del sonido porque parte del arte y la ciencia que hay tras la arquitectura es aplicable a la música. Damos forma y moldeamos el sonido para crear paisajes sonoros que definan la forma de jugar, aportando un componente emocional a las historias, ya que sin ello, no sería una experiencia completa.”

Tommy Tallarico: músico y compositor. Su periodo de actividad comienza a principios de los años noventa, realizando bandas sonoras de títulos como: ‘Earthworm Jim’, ‘Demolition Racer’, ‘MDK’ o ‘Wild 9’. Ha fundado la comunidad virtual ‘Game Audio Network Guild’, dirigida a compositores, diseñadores de sonido, actores de doblaje, productores y programadores de videojuegos. Actualmente dirige el ciclo de conciertos y espectáculos ‘Video Game Live’ en el que interpreta en directo algunas de las más notables composiciones en la historia de los videojuegos.

Nobuo Uematsu: Famoso compositor conocido por haber creado las bandas sonoras que acompañan a casi todos los juegos de la saga Final Fantasy. Sus composiciones se inspiran en la música celta, el new age, y el rock progresivo.

c.2.2.2.2. Inclusión de música ya existente

En muchos casos el hecho de incluir música ya existente ahorra el trabajo de su composición y además presenta una oportunidad de popularizar al artista musical autor de la canción en el caso de que el videojuego tenga éxito, o viceversa. Hay ocasiones en las que este tipo de composiciones son utilizadas exclusivamente de forma narrativa, debido al carácter emocional de la propia canción, aunque hay veces en las que se utiliza una versión instrumental, ya que es lo más idóneo si tenemos que estar prestando atención a aspectos relacionados con el argumento. En muchos casos la selección se hace atendiendo a aspectos del juego como son la ambientación que ya mencionaremos más adelante, o atendiendo a las tendencias musicales del momento.

c.2.2.3. Factores que determinan el carácter de la música en el videojuego.

Muchas veces al escuchar música podemos identificar perfectamente emociones en ella, sin embargo es posible identificar más datos, sobre todo cuando se utilizan recursos musicales, como escalas o progresiones concretas de acordes, los cuales ya tienen un significado asociado, o cuando es sabido que la música que escuchamos pertenece o está claramente inspirada en épocas históricas o basadas en diversas culturas.

c.2.2.3.1. Carácter musical

Para explicar cómo puede adquirir carácter me baso en la existencia de los modos griegos en la música. Para comprobar esto, partimos de las notas naturales, Do (C), Re (D), Mi (E), Fa (F), Sol (G), La (A) y Si (B). Al escuchar la escala natural comenzando desde Do y terminando en el siguiente Do, estamos escuchando el **modo jónico** de la escala natural, en base a la disposición de sus intervalos, es decir, a las distintas distancias que se encuentran entre nota y nota. En este caso la sensación que transmite es de felicidad y sencillez. Si comenzásemos la escala desde La, obtendríamos el **modo Eólico o menor**, el cual transmite una sensación de tristeza. El resto de modos transmiten diferentes sensaciones, por ejemplo, el **modo dórico**, que empieza desde Re, transmite sensación de tranquilidad, mientras que el **modo lidio**, que comienza en Fa, inspira una sensación de misterio. El **modo mixolidio**, que comienza desde Sol, recuerda al jónico pero de una forma más casual. Los modos restantes, **locrio** (desde Si) y **frigio** (desde Mi), tienen una característica en común y es que en ambos modos el primer

intervalo es de un semitono, lo que consigue que ambos modos tengan una sonoridad tenebrosa y agresiva respectivamente.

El uso de modos en la composición resulta una herramienta muy útil a la hora de componer, ya que resulta una forma muy efectiva de dotar a las composiciones de un carácter específico.

c.2.2.3.2. Ambientación

La ambientación de un videojuego, es el contexto geográfico, histórico y argumental de la historia. En base a esto, podríamos crear una banda sonora que estuviera relacionada con estos aspectos. Para entender mejor como afectaría esto a la música, pondré el ejemplo de un videojuego basado en el lejano oeste. La forma de composición e instrumentación estaría inspirada evidentemente en las clásicas películas del género del *spaguetti western*; tendríamos en este caso: silbidos, guitarras acústicas resonadoras y pianolas como instrumentos. Es evidente, que la ambientación no debe de entenderse como unas reglas estrictas de composición ya que siempre podríamos añadir instrumentos o recursos que no fueran propios del genero (en este caso fílmico) en el que está basado el juego, pudiendo crear algo completamente opuesto si quisiéramos tratar de innovar, o añadiendo elementos ajenos al género.

c.2.2.3.3. Público hacia el que va dirigido

En base a las escuchas realizadas a varias bandas sonoras de videojuegos, tanto el sonido como la música varia conforme a la edad a la que van destinados algunos títulos, siendo más alegres y dinámicas las composiciones que aparecen en juegos destinados a niños y resultando más agresivas y lentas en algunos casos las que aparecen en juegos dirigidos a un público más adulto, ya que se deben ajustar al argumento por lo que se evidencia el carácter que debe de tener el audio.

c.2.2.3.4. Función de la música dentro del videojuego

Respecto a varias pruebas realizadas en algunos videojuegos, he notado que algunos títulos dan la sensación de que utilizan la música como un recurso, que se encuentra en segundo plano sonando constantemente, únicamente para evitar cualquier tipo de silencio que se pueda considerar incomodo. Aunque pueda

transmitir una sensación bastante plana en cuanto a la narrativa, esta forma de usar la música resulta acertada en algunos juegos, transmitiendo continuidad y sensación de actividad.

Otra forma de utilizar la música dentro de un videojuego, es otorgándole la función de identificador, de esta forma cuando accedemos a diferentes pantallas o situaciones del juego, sonará una composición creada específicamente para esa situación que reconoceremos por su melodía o forma musical.

La forma que más impacto provoca durante la acción del juego se produce al contrastar el silencio, con la aparición a veces repentina de música en momentos concretos, siendo esta, una buena forma de indicar que algo ha ocurrido, o va a ocurrir en breves momentos, o simplemente para recalcar una sensación concreta, en una parte del juego.

c.2.2.3.5. Tendencias

La evolución de las tendencias musicales en el ámbito de los videojuegos, ha dependido en algunos casos, de factores sociales, comerciales, culturales y tecnológicos.

Si ponemos como filtro el factor tecnológico, habría que afirmar qué, debido a las limitaciones que existían respecto a la cantidad de voces melódicas que podían ser ejecutadas al mismo tiempo y por supuesto debido también a las posibilidades tímbricas, no todos los estilos musicales casaban muy bien con la antigua tecnología, al ser imposible imitar ornamentos o recursos estilísticos de algunos géneros en concreto.

El factor social y cultural influye desde obras provenientes otros medios como son el cine y la radio, muchos videojuegos, especialmente los deportivos, han tomado canciones que se han estimado que gustarían al público objetivo en base a lo más escuchado en las radios, o que han aparecido en anuncios relacionados con el deporte.

El factor económico y comercial también está relacionado en este aspecto, especialmente ahora que están tomando fuerza los llamados juegos 'indie', creados por particulares que no buscan de primeras un éxito comercial. Por otro lado, lo que

buscan es, a parte de divertirse creando, una alternativa al tipo de juegos que hoy en día triunfan comercialmente, los cuales, muchos de estos desarrolladores independientes, afirman que muchos de estos juegos se centran de manera obsesiva en competir por crear el juego con mayor impacto visual en cuanto a gráficos se refiere, olvidando lo importante, la jugabilidad. De esta forma, el carácter nostálgico del que se impregnan muchos de los juegos ‘indie’ hace que se recreen los gráficos pixelizados y que se use una música que a veces resulta ser una fusión entre música electrónica actual y chiptune.

c.2.3. Narrativa musical

La mejor manera de entender la forma en la que la música puede contar una historia o hechos coherentes es por medio de la escucha de música clásica. La música clásica tiene una mayor capacidad de transmitir un hecho narrativo, debido principalmente a una serie de factores que la convierten en el ejemplo idóneo.

Explico, a continuación, una serie de recursos que aportan mayor dinamismo a una composición musical, así como algunas nociones sobre la percepción musical del posible oyente.

Sobre la percepción, Alan Belkin afirma en su libro sobre composición musical: *“no podemos prestar la misma atención a más de un elemento en un momento dado. Esta priorización puede variar en cualquier momento”*. De esta forma se determinan que lo que más llama la atención es el ‘primer plano’ y lo secundario, el ‘fondo’. Esta determinación viene dada por el grado de complejidad, novedad y volumen.

A la hora de componer se precisa en primera instancia de creatividad, más adelante se puede realizar todo mediante reglas concretas. Sin embargo, en lugar de proporcionar un listado de reglas, he seleccionado unas sugerencias en base a la estructura, variación y desarrollo de una obra, ya que deja más a la imaginación.

c.2.3.1. Estructura

c.2.3.1.1. Comienzo

El comienzo suele estar marcado por el tema principal, que consiste en una frase o motivo musical, que da identidad a la obra completa y que propiciara una

oportunidad de realizar un final satisfactorio. Además a lo largo del transcurso, se podrán llevar a cabo variaciones del tema principal para hacerlo más remarcable.

Algunos recursos típicos utilizados en los comienzos suelen ser, la introducción de un motivo sencillo al que poco a poco va variando. Otra forma es mediante *crescendo*, es decir, aumentando la intensidad desde el mínimo. En todo caso, el comienzo deberá atraer el interés del quien lo escucha en la medida de lo posible. Para ello es adecuado que se presente de una forma clara, sencilla y dentro de una estructura estable.

c.2.3.1.2. Continuación

Hay que recalcar que en este apartado de narrativa musical, hablo de música clásica como una referencia, ya que se supone que estamos creando algo que complementa a una obra ya creada o en desarrollo (en este caso, el videojuego), es decir, que se precisan de las dos partes para garantizar el entendimiento. Por esa razón, indico que no es estrictamente necesario crear una obra entera entendida como una pieza con una duración de aproximadamente 20 minutos. Todo dependerá de la forma en la que la historia del videojuego se desarrolle y en los momentos en los que debe estar presente la música.

En el proceso de desarrollar la obra musical, podemos atender a la introducción y desarrollarla mediante variaciones, creando contrastes y suspense mediante el correcto uso de la disonancia, la dinámica, el cambio o modulaciones de tono, en fin, todo tipo de variaciones explicadas más adelante.

Es importante avisar de estos cambios o momentos importantes de la obra resaltándolos y haciéndolos reconocibles por quienes los escuchan. Se puede realizar por medio de intensificación de los elementos variables hasta el punto de llegar al clímax.

c.2.3.1.3. Resolución

Dependiendo de la duración de la resolución respecto a la del clímax, es decir, el tiempo en el que se tarda en descender desde la intensidad del clímax hasta la parte final. También se puede pensar en un corte abrupto al final del clímax, presentando este como resolución. Esto deja una sensación que puede provocar

suspense. Si se termina en un acorde Dominante estaremos indicando un cierre completo.

c.2.3.2. Variación: Mediante la variación de elementos como pueden ser el registro, la velocidad del valor de las notas (no confundir con el tempo) o el timbre, se pueden crear situaciones de fluidez y de ruptura, por medio de la continuidad y de la novedad respectivamente. Todo esto depende del tiempo en el que se efectúe un cambio en la composición.

c.3. Bandas sonoras destacadas

Ejemplos destacados de videojuegos en base a su programación musical y su uso concreto de la narrativa musical.

‘Columns’ para Sega Megadrive y Sega Genesis: Este juego consiste en una versión del clásico Tetris, ligeramente variada, en donde durante la partida suena una música, cuyo tempo aumentará según se vaya avanzando en el juego. Las alteraciones en la música se producen sin cortes, de una forma ligera y fluida.

‘Akuji The Heartless’ para PlayStation: En este título de aventuras, la música que suena durante el transcurso de los niveles varía por medio de patrones basados en un número determinados de compases que se repiten constantemente con variaciones e inclusiones de diferentes líneas melódicas e instrumentación, los cambios que se producen en la banda sonora son bastante fluidos e incluso vuelven a su estado inicial si retrocedemos en el nivel en el que nos encontramos.

‘Vib Ribbon’ para PlayStation: Mencionado anteriormente, se trata de un videojuego musical en el que controlamos a un personaje que debe ir sorteando obstáculos que son generados en base a la música que se reproduce en el disco del propio juego, la cual tiene bastantes cambios exagerados en el tempo; o también podemos elegir la música de algún disco de audio que no pertenezca al juego.

c.4. Los videojuegos en el mundo de la música

Paralelamente al desarrollo de videojuegos 'indie', algunos artistas musicales o compositores, han comenzado a desarrollar algunos temas musicales y versiones en el formato de los 8 bits. Este estilo musical se conoce como chiptune, y muchas veces conlleva el propio uso de las maquinas de juego para llevar a cabo la propia composición y muchas veces utilizada como un instrumento, debido a la peculiaridad de los sonidos que genera.

Uno de los proyectos que hace posible que artistas musicales puedan aprovechar el potencial sonoro de consolas como la Game Boy de Nintendo, es 'Nanoloop'. Este proyecto se desarrollo en la universidad de bellas artes de Hamburgo. Consiste en un secuenciador desarrollado exclusivamente en principio para esta consola con el que podemos crear música. La primera demostración que se hizo de este proyecto tuvo lugar en 1998.

d. MEMORIAS

En este apartado considero oportuno incluir dos memorias distintas pero enlazadas. Una de la propia creación musical y otra de implementación de las músicas en el videojuego para el que han sido creadas.

d.1. Memoria de producción musical y elaboración de sonidos

Esta parte del trabajo consiste en la composición y elaboración de sonidos que serán reproducidos durante el juego. Comienzo con una lista del software utilizado, tipo de programa, tarea realizada con cada programa e interacción con otros programas utilizados.

Syn Factory: Software de síntesis modular interactiva, utilizado mayoritariamente para la generación de sonidos y ruidos, los archivos de sonido exportados serán procesados con otro programa.

Pure Data: Parecido a SynFactory en cuanto a la apariencia, pero dista en el grado de dificultad de uso y aprendizaje ya que en se trabaja con un lenguaje de programación exclusivo de Pure Data, por lo tanto requiere mucho más tiempo de aprendizaje, utilizado con la misma finalidad que SynFactory aunque también permite procesar archivos de audio.

MuseScore: Programa de edición de partituras, utilizado para generar archivos MIDI aunque su uso no será estrictamente necesario, los archivos MIDI generados se podrán utilizar posteriormente en LMMS.

LMMS: Estación de trabajo de audio digital, destinado a la composición de los temas musicales mediante instrumentos virtuales o por medio de muestras de audio generadas en SynFactory o Pure Data. Debido a su facilidad de uso y a su diseño intuitivo, es posible realizar la composición directamente desde este programa para poder tener resultados audibles al instante.

Audacity: Programa de edición de audio, será utilizado para el procesado final de los archivos de audio, que posteriormente se implementaran en el juego.

d.1.1. Preproducción:

Antes de comenzar con el aspecto creativo de la composición, es necesario conocer algunos de los aspectos de la obra para la que se va a componer la banda sonora y se van a realizar los sonidos. Cada compositor tiene una forma específica de trabajar con el director del proyecto al que va ir destinada la creación musical y sonora. Normalmente se debe llegar a un acuerdo sobre la base sobre la que se va a trabajar, es decir, qué se le va a proporcionar al compositor para que realice su composición –guión, imágenes, una breve descripción del concepto del juego–. Una vez aclarada esta parte, el director del proyecto debe especificar el grado de libertad creativa que tendrá el compositor.

En este caso, a mí se me ha proporcionado el documento de desarrollo del juego (Game Desing Development, GDD) en el que viene detallado el argumento, los niveles y entornos, personajes, pantallas y otros aspectos a tener en cuenta. Aún así, he llevado a cabo reuniones con el director del juego, David Sánchez Vega, durante el desarrollo del mismo, para ver de primera mano el funcionamiento de todos los elementos que lo componen y la forma en la que evoluciona el juego.

RESUMEN DEL GDD	
Título	GAIA
Género	Plataformas, puzzles.
Plataforma	PC y Android.
Versión del GDD	Segunda Versión.
Jugadores	Un jugador.
Historia	<p><i>“Gaia, el espíritu del bosque y de la vida, está presente en todos los animales, plantas y, en general, en todos los seres vivos de la Tierra... salvo en los humanos, pues éstos han rechazado a Gaia, destruyendo la naturaleza, torturando a otros animales y transformando todo a su alrededor para convertirse en sus propios dioses.”</i></p> <p>El juego, pues, contará la historia del viaje de Gaia para reencontrarse con el ser humano y restablecer así el vínculo del Hombre con la Naturaleza.</p>
Objetivos	El objetivo del jugador será avanzar por el escenario para llegar al final de cada nivel, sorteando los diversos obstáculos que se le presenten.

Reglas	El personaje principal sólo se podrá desplazar de izquierda a derecha, pero podrá controlar a otros personajes y objetos inanimados. El jugador deberá encontrar el camino de salida, resolviendo los puzles que aparezcan en medio del camino.
Diseño de niveles	Habr á cuatro ‘mundos’ o niveles grandes, dentro de los cuales habrá niveles más específicos que se intentarán juntar todos para darle uniformidad al juego. Al final de cada mundo habrá un enemigo final o ‘jefe’ al que el jugador deberá enfrentarse. Los cuatro mundos diferentes serán el bosque, la cueva, la industria y el Limbo.

Además de la pantalla del juego, el proyecto dispondrá de 6 interfaces diferentes: Menú principal, Opciones, Pausa/opciones (dentro del juego), ventana de ‘Game Over’, tutorial y créditos.

Además del documento de desarrollo del juego, he tratado de realizar un cuestionario al director del juego, para tratar aspectos más específicos del juego. Tras dicho cuestionario la información obtenida es la siguiente:

- No habrá niveles con límite de tiempo ni tampoco niveles extra de bonificación.
- El proyecto se centrará únicamente en el primer nivel, ya que se trata de una versión de demostración que permita que se pueda completar su desarrollo en el tiempo estipulado.
- Durante el juego no habrá adquisición de puntos de ningún tipo, descartando una pantalla o interface en el que se muestren las puntuaciones más altas.
- La versión de demostración no incluirá escenas cinemáticas, sin embargo contendrá un menú en el que se explica la línea argumental del juego.
- Tanto el personaje principal como el resto de personajes controlables, tendrán un único punto de vida, retornando al lugar de inicio cada vez que caigan al vacío o sean alcanzados por algún enemigo.

Una vez tenga claro el número de canciones y la tipología de estas, procederé a la edición de las partitura, pero antes debo especificar qué tipo de composiciones voy a llevar a cabo en función de la forma de reproducción en el videojuego.

- **Composiciones de bucle simple:** de carácter lineal y repetitivo.

- **Composiciones de patrones en bucle:** se trata de alternar superposiciones de capas instrumentales en función de lo que ocurra dentro del juego.
- **Composiciones alteradas:** presentan variaciones en el tempo, en la tonalidad o en su estructura dependiendo del desarrollo. Tienen un carácter no lineal.
- **Paisaje Sonoro:** alternación de distintos sonidos ambientales que se superpondrán con un cierto grado de aleatoriedad.
- **Sonidos puntuales:** Suceden durante momentos concretos del juego y el paneado, retardo y reverberación dependerán de la posición en la pantalla de los objetos que activan la reproducción de tales sonidos y del entorno de juego.

En primer lugar, antes de determinar el tipo de composición, tendré que tenerlas realizadas como una composición convencional y posteriormente, adaptarlas.

El método de implementación, así como los códigos y procesos utilizados para efectuar variaciones y condiciones de reproducción de los sonidos y las composiciones se verá más adelante en la memoria de implementación y sonorización.

d.1.1.2. Creación de partituras.

Finalmente el listado de canciones utilizadas dependerá de las distintas pantallas que presente el juego y puesto que se trata de una versión demo, solo habrá que centrarse en el primer mundo del juego.

- **Música del menú principal, menú de opciones, créditos e historia:** consistirá en una pieza musical que se reproducirá en un bucle sencillo, al terminar vuelve a reproducirse desde el comienzo.

- **Música del primer escenario (primer nivel):** Desarrollada mediante la alternancia de varios patrones musicales que se irán activando durante el transcurso del nivel en función de las zonas.

- **Música jefe final del mundo 1 (Bosque):** Tendrá una introducción que dará paso a un fragmento que se repetirá en bucle hasta la finalización del nivel.

También es preciso tener un listado de los sonidos que será necesario realizar o recrear con los programas de síntesis modular interactiva.

- **Sonidos de ambiente:** viento, animales nocturnos,...
- **Sonidos de las acciones de Gaia (llama):** desplazarse, quemar, reencarnarse, abandonar cuerpo, desvanecerse,...
- **Sonidos del entorno:** Agua (rio, cascadas, lago,...), animales, antorchas, arbusto,... (en este caso solo me limitaré a realizar sonidos que correspondan a elementos que se encuentren en el primer mundo.
- **Sonido enemigos:** Pasos, disparos, voces...
- **Sonidos miscelánea:** selecciones en menús.

Tras varias modificaciones en el desarrollo de la creación del juego debido a varios problemas relacionados con la programación de algunos objetos, la lista de sonidos requerida resultante queda de esta manera

- **Sonidos de ambiente:** viento, grillos y pájaros.
- **Sonidos de personajes:** Gaia, búho, lobo, conejo, leñador, hojas.
- **Sonidos del jefe:** al aproximarse, al sufrir un golpe, al ser destruido.

d.1.2. Producción:

Tras elaborar el listado definitivo de piezas musicales y sonidos según se necesite, en diferentes partes del juego, podemos empezar a obtener resultados audibles.

Para la producción de sonidos he utilizado el software de síntesis modular interactiva SynFactory, el programa funciona con dos interfaces diferentes, desde uno de ellos podemos incluir módulos que generan o alteran señales que podemos llevar a salidas de audio, estos módulos pueden ser, osciladores, filtros, envolventes, amplificadores, contadores, efectos, mezcladores,...

Mediante la combinación de estos módulos, he creado una amplia variedad de sonidos e incluso imitado sonidos ya existentes. De hecho supone un reto la creación de sonidos artificiales que simulen con éxito sonidos presentes en la naturaleza, teniendo en cuenta también el carácter e historia del videojuego. Por lo tanto para ello, tratare de usar osciladores de audio de ondas sinuosidades, ya que no presenta picos ni variaciones bruscas de amplitud, como ocurre en las ondas de forma cuadrada o de pulso, ni en las triangulares o dientes de sierra; también usare cuando lo requiera los osciladores de ruido blanco para controlar y modular la frecuencia, es decir, el tono, la amplitud de onda o cualquier otro parámetro modificable.

d.1.2.1. Evolución de los sonidos creados:

En las explicaciones sobre los módulos utilizados en SynFactory, obviaré el hecho de utilizar un modulo de salida de audio (OUT), ya que es necesario su uso en todas las situaciones en las que se quiera exportar el sonido resultante.

d.1.2.1.1. Sonidos de ambiente

d.1.2.1.1.1. Viento

Recrear el sonido del viento es una tarea fácil de realizar en SynFactory utilizando únicamente cinco módulos:

- Dos osciladores de ruido blanco (OSC).
- Un filtro multimodo (MMF).
- Un modulo de portamento o ‘glissando’ (GLI): suaviza los picos de onda o los saltos de amplitud.

Uno de los osciladores va a la entrada de audio del filtro y el otro, cuya frecuencia está ajustada a 1 Hz aproximadamente, al modulo de portamento, variando la frecuencia de corte y la resonancia del filtro y siempre dependiendo del gusto, al igual que la frecuencia de oscilación de la señal que varía el filtro. Finalmente he conectado el filtro al módulo de salida desde la salida de paso bajo (LP o LP 24) del filtro.

d.1.2.1.1.2. Grillos

Para recrear el sonido de los grillos, me he basado en la síntesis FM, modulando la frecuencia de una onda senoidal. Los módulos utilizados han sido los siguientes:

- Tres osciladores (OSC) y un mini oscilador (MOSC).
- Un generador de envolvente (ADSR).
- Filtro controlado por ‘voltaje’ (OB VCF).

La frecuencia portadora será una onda senoidal de 1800 Hz aproximadamente. La frecuencia de esta onda esta modulada por un oscilador con forma de onda triangular a 40 Hz y baja amplitud, provocando una pequeña distorsión en la frecuencia portadora. Para la activación de la frecuencia portadora he utilizado un generador de envolvente accionado por un mini oscilador, cuya frecuencia esta modulada por un oscilador de ruido muy baja frecuencia y amplitud. La frecuencia portadora pasa por un filtro de paso de banda antes de llegar a la salida de audio. A su vez, la frecuencia de corte está controlada por el generador de envolvente.

d.1.2.1.1.3. Pájaros

Para la creación de este sonido es necesario usar el programa de edición de audio, Audacity, para aplicar un efecto de sonido concreto al archivo generado con SynFactory. Los módulos utilizados son:

- Un generador de formantes¹⁰ (‘Formanzzz’)
- Tres osciladores (OSC), uno de ellos utilizado como envolvente para modular la amplitud del generador de formantes
- Un modulo de portamento o ‘glissando’ (GLI)

¹⁰ **Generador de formantes:** En SynFactory, el generador de formantes, crea una señal de audio ajustable en cuanto a frecuencias realzadas. Modulando la frecuencia y el filtro, se pueden conseguir ruidos indeterminados.

- Un modulo divisor de ondas (SPLIT): este modulo tiene tres salidas, una de ella (pos) solo deja pasar valores de amplitud positivos. Otra salida (neg) solo deja pasar valores negativos. Por último, la salida (abs) transforma los valores negativos en positivos.

Dos osciladores de ruido modulan la frecuencia portadora y la frecuencia de realce del generador de formantes. El oscilador restante de onda cuadrada pasa por un modulo de portamento y por un divisor de ondas para modular la amplitud del generador de formantes con una curva con forma de semicírculo. La onda resultante del generador de formantes pasa a la salida de audio.

Una vez exportado, desde Audacity se le aplican los efectos de filtro de paso bajo y paso alto, además para añadir profundidad se aplicara también un efecto de reverberación.

d.1.2.1.2. Sonidos de los personajes

d.1.2.1.2.1. Gaia

Será el sonido utilizado en el momento en el que comencemos a controlar un animal y en el momento en el que dejemos de hacerlo.

Para realizar este efecto de sonido se ha utilizado un oscilador de ruido y un filtro multimodo controlados por dos generadores de envolvente que modularan la amplitud del oscilador y la frecuencia de corte del filtro. Todo ello activado de manera sincronizada mediante un mini oscilador.

Posteriormente en Audacity, se han aplicado varios efectos de variación de velocidad y tempo, utilizando un plug-in específico conocido como 'Paulstrech', que permite ralentizar exageradamente un sonido distorsionándolo extremadamente. Finalmente se ha aplicado un efecto flanger, que provoca una sensación de movimiento.

d.1.2.1.2.2. Búho

La clave para la realización del sonido del búho, son los osciladores sinuosidades y un generador de envolvente que module el tono de la frecuencia

portadora, que al mismo tiempo será modulada por otro oscilador sinusoidal para simular un efecto de ‘*vibratto*’¹¹. Para ello se han empleado 12 módulos:

- Tres osciladores (OSC), uno de ellos, de onda sinusoidal, será la frecuencia principal que será modulada. Los otros dos moduladores realizarán la función de *vibratto*. También se utilizará un mini oscilador como reloj para accionar el generador de envolvente cada 4 pasos, para esto se utilizará un contador binario (BIN).
- Un generador de envolvente (ADSR) utilizado para modificar el tono principal.
- Dos módulos de portamento (GLI), aunque se podría utilizar uno solo, ya que también usaré un módulo de suma (ADD) al que irá la curva de envolvente y el *vibratto*, por lo tanto podemos utilizar un módulo de portamento colocado a la salida del módulo de suma.
- Filtro controlado por ‘voltaje’ (OB VCF) usado como filtro de paso bajo.

Para hacer variable la intensidad del efecto *vibratto*, se ha modulado la frecuencia del oscilador de ruido con un oscilador senoidal a baja frecuencia.

d.1.2.1.2.3. Lobo

El método para realizar el sonido que imite el aullido de lobo es muy similar al utilizado para crear el del búho, ya que se basa en lo mismo, osciladores sinusoidales y generadores de envolvente.

La única diferencia es que se no se ha precisado del efecto *vibratto* y se han utilizado la suma de tres osciladores controlados con 2 envolventes, una para la amplitud y otra para modular frecuencias similares para ser pasadas finalmente por un filtro de paso de banda. Algunos de los módulos no usados hasta ahora son el módulo de retardo (‘Delay’, DEL) utilizado para que uno de

¹¹ **Vibratto:** Término musical italiano que describe una pequeña oscilación en el tono, se usa como adorno en composiciones musicales para aportar mayor expresividad.

los osciladores suene más tarde, creando un efecto de desfase, ajustando el retardo.

d.1.2.1.2.4. Hojas

Este sonido será utilizado para la acción de quemar montones de hojas que obstaculizan el paso en el juego, para crearlo será necesario además, el uso de Audacity. Para la realización de este sonido se ha partido del mismo procedimiento llevado a cabo en la realización del sonido de ‘Gaia’ al reencarnarse en un animal. Variando algunos parámetros en cuanto a la duración y la frecuencia del tono del ruido utilizado en SynFactory.

d.1.2.1.2.5. Pasos

La forma de recrear sonidos de pasos es mediante el uso de un generador de envolvente aplicado a la amplitud de onda en el que el decaimiento sea corto y el valor de sostenimiento (*sustain*) sea igual a cero. Además se emplea un efecto de retardo que acciona otro envolvente que actúa sobre un oscilador de ruido blanco¹² que simulará el sonido de la tierra al ser pisada y se realizarán ajustes sobre la frecuencia de los osciladores y el tiempo de decaimiento en función del personaje al que se vaya a asignar el sonido.

d.1.2.2. Creación de las piezas musicales

Debido al carácter artístico de este apartado, me he basado en experimentar, creando patrones musicales y probando diferentes combinaciones de instrumentos virtuales desde LMMS. Mi intención aquí es crear diferentes piezas que irán destinadas a una parte concreta del juego, para poder ofrecer más de una posibilidad.

d.1.2.2.1. Música del menú

La creación de la pieza musical destinada al menú, ha servido como prueba de uso del programa LMMS, utilizando varios instrumentos virtuales que vienen incluidos y diversos plug-ins de efectos sonoros como son: eco, compresión, chorus, flanger¹³, oscilador de fase y reverberación.

¹² **Ruido Blanco:** el ruido blanco se caracteriza por variar su amplitud de forma aleatoria a cada tiempo mínimo.

¹³ **Flanger:** Efecto resultante de superponer dos capas sonoras idénticas pero con un ligero tiempo de retardo que en ocasiones oscila.

d.1.2.2.2. Música de juego

La pieza musical destinada a la pantalla de acción del juego, consistirá en varios patrones de tambores e instrumentos de percusión tribales, todos ellos generados digitalmente por medio de muestras de audio obtenidas en SynFactory y limitando el uso de instrumentos virtuales disponibles por defecto en LMMS, utilizando el ‘procesador de archivos de audio’ (Audio File Processor), el cual consiste en un sencillo sampler, con varias opciones para ajustar, así como la duración del archivo correspondiente a la muestra de audio o la forma de repetición del sonido en el caso de que queramos que se repita, como se trata de tambores, no es necesario la repetición, ya que las muestras de audio ya contienen envolventes de amplitud y algunas de ellas modulación de anillo, el cual consiste en la multiplicación de las amplitudes de varias ondas consiguiendo generar armónicos.

El método de desarrollo de las muestras de audio, ha sido mediante la combinación de osciladores senoidales, cuya amplitud ha sido modulada por una envolvente corta generalmente y utilizando el modulo de multiplicación o modulación de anillo (MUL). Una vez exportadas las muestras se han recortado en Audacity antes de ser utilizadas en LMMS.

No obstante desde LMMS, se pueden añadir filtros de paso bajo, paso alto, paso de banda, con envolvente signado a la frecuencia de corte o a la resonancia del propio filtro, además dispone de una función muy útil, conocida como ‘stacking’ que permite poder ejecutar el acorde que deseemos solo con pulsar una sola tecla, de la misma forma podemos accionar un arpeggio mediante una sola tecla pudiendo determinar el tiempo de cada nota arpegiada; por último LMMS permite el uso de plug-ins de efectos, pudiendo usar los mismo que se utilizan en Audacity pero en tiempo real.

d.1.2.2.3. Música del jefe

Esta pieza musical tiene como característica destacable una automatización que varía el valor del tempo de la canción, comenzando bastante despacio, y acelerando durante unos compases para volverá a estabilizarse en un valor fijo; también está construida en base a algunas muestras de audio utilizadas en la música

de juego y con algunas muestras nuevas creadas específicamente para la elaboración del tema.

d.1.3. Postproducción

Para exportar los proyectos creados con SynFactory a archivos de audio, es necesario hacer una grabación en tiempo real del funcionamiento de los módulos utilizados, teniendo la posibilidad de alterar algún valor de estos durante la grabación efectuada. Para exportar los proyectos de LMMS a archivos de audio, solo hace falta ajustar los valores en el momento de exportar.

Una vez exportados todos los archivos, los he procesado con Audacity, mediante cortes y efectos de desvanecimiento y aparición progresiva.

Todos los archivos han sido exportados en formato Wav, con una calidad de muestreo de 44100 Hz.

Respecto a los audios correspondientes a los sonidos del juego, he recortado todos los silencios que se encontraban antes y después del sonido, y he tratado de aumentar la amplitud de onda, mediante amplificación y compresión, comprobando después de cada efecto aplicado que el medidor de señal no pica, es decir, asegurándome de que no se produce ningún deterioro por medio de la distorsión, para esto recomiendo encarecidamente el uso de cascos con los que se puedan escuchar bien una amplia gama de frecuencias tanto graves como agudas.

Para la música he realizado diversos procesos en función de la pieza a editar. Para la pieza que se reproducirá en bucle simple (música de menú), solo realice un desvanecimiento progresivo en la parte final, ya que los efectos correspondientes a compresión de audio y normalización los pude aplicar desde LMMS; para la pieza musical que contiene patrones que irán variando durante el juego (música del primer nivel), he utilizado el metrónomo que incluye Audacity (clicktrack) superpuesto a la pista de música para poder realizar cortes con precisión y asegurándome de que al reproducir dichos cortes en bucle no hay cortes bruscos y suene fluido; para la pista musical del jefe, he realizado el mismo proceso, solo que al haber una automatización en el tempo no encaja con la superposición de un metrónomo de Audacity, ya que solo se permite un valor fijo, así que he realizado el corte desplazando al

segundo exacto, siendo comprobado antes en LMMS, ajustando el cursor en el compás en el que termina la automatización y comienza el fragmento que se repetirá.

En algunos casos concretos se ha tenido que recortar el silencio de algunos sonidos, como el de los pasos, a una duración concreta debido a la forma de programación de dichos sonidos que se explicara más adelante.

d.2. Memoria de implementación y sonorización.

Para llevar a cabo este apartado he utilizado el mismo software que está siendo utilizado para la creación del juego: Unity. Este software permite crear programas o videojuegos de manera completamente personalizada y profesional, principalmente mediante código en lenguaje C#. También permite implementar acciones y comportamientos a los elementos que forman parte del juego mediante el propio interface del programa, lo cual facilita el trabajo, pero consumiendo más recursos que al usar el código. Sin embargo, esta es la forma más sencilla y puede ser combinada con el uso de códigos de una forma creativa.

Mis herramientas de trabajo en Unity serán en este caso tres componentes de audio que pueden ser añadidos a los distintos objetos que componen el juego, estos tres componentes son:

- **Audio Source (Fuente del audio):** este componente es asignado al objeto que queremos que produzca algún sonido, permite activar o desactivar opciones como son: Silenciar sonido, apagar zonas de reverberación, reproducir sonido al activar objeto y reproducción en bucle. También incluye opciones de valores ajustables como: prioridad de reproducción, volumen y tono del sonido ajustable con valores comprendidos entre (-3 y 3). Uno de los aspectos más importantes que van a influir en la implementación del sonidos son las opciones de distancia, que permite ajustar la longitud del radio de distancia a la que comenzará a escucharse el sonido, pudiendo ajustar la curva de volumen en función del acercamiento hacia el objeto, permitiendo incluso añadir un *efecto doppler*¹⁴ que variará el tono del sonido dependiendo de la velocidad con la que nos acercamos o alejamos de él.

- **Audio Listener (Receptor del audio):** este componente no trae opciones, ya que su función es la de escuchar los sonidos reproducidos durante el juego, normalmente es asignado a la cámara principal ya que es la que sigue al personaje principal durante la acción del juego.

¹⁴ **Efecto doppler:** variación en el tono de un sonido, al acercarse y alejarse del oyente.

- **Audio Reverb Zone (zona de reverberación de audio):** mediante este componente podemos asignar a un objeto que normalmente forma parte del escenario, una zona de reverberación que añade un efecto de reverberación según la distancia en la que se reproduzcan los sonidos. Incluye bastantes configuraciones predeterminadas, aunque es posible personalizar todos los parámetros.

A parte de estas tres herramientas, me he familiarizado con algunos conceptos en relación al lenguaje de programación C#, teniendo que localizar eventos concretos dentro del código de programación de algunos objetos para incluir el fragmento de código que activa los sonidos en función de los valores que adquieran algunas variables como pueden ser la velocidad y dirección del movimiento.

d.2.1. Preproducción:

Antes de comenzar con la programación del sonido, es decir, crear los fragmentos de código que activaran los sonidos y modificaran durante el juego, tendré que conocer la disposición que tendrán dichos sonidos durante el juego, su forma de reproducirse, forma de interactuar, intervalos de tiempo asignados a la repetición de algunos sonidos, persistencia del sonido en distintos escenarios del juego, etc.

d.2.1.1. Análisis de los personajes y las acciones del juego

Gaia: es el personaje principal, se desplaza únicamente de izquierda a derecha, sus acciones son: reencarnarse en animales (al pulsar la tecla Z estando situado al lado de un animal), quemar objetos (al pulsar la tecla X estando al lado de un objeto que se pueda quemar), muere al ser atacado por un enemigo, al caer al vacío o al agua.

Conejo: Se desplaza de izquierda a derecha, puede saltar (pulsando la barra espaciadora) y puede retornar a Gaia (pulsando al tecla Z) al igual que el resto de personajes controlables.

Búho: se desplaza en todas direcciones, apenas le afecta la gravedad.

Lobo: se desplaza de izquierda a derecha pudiendo saltar (pulsando la barra espaciadora) y puede atacar a enemigos mediante la pulsación de la tecla X.

Leñador: enemigo del juego, se desplaza hacia la izquierda al acercarse a poca distancia.

Cuerdas: sirven a Gaia para alcanzar plataformas superiores quemando la propia cuerda, que se regenera al cabo de unos segundos de haber sido quemada.

Roca: puede ser empujada por cualquiera de los personajes, incluido el leñador.

Jefe final: Tiene varios puntos de vida, se mueve en todas direcciones lentamente y es invulnerable hasta que es alcanzado por una roca.

d.2.1.2. Lista de eventos

Una vez confeccionada la lista de acciones e interacciones que realiza cada personaje, elaboro una lista con los eventos que ocurren durante el juego que accionaran los sonidos principales, los sonidos de fondo, los patrones que compondrán la composición musical y hago una elección de cuál es el evento que permita una implementación lo más eficiente posible, por ejemplo si al pulsar una tecla se destruye un objeto, sería más lógico que asociemos el sonido a la destrucción del objeto en lugar de asignarlo a la acción de pulsar una tecla concreta, dependiendo también del contexto del juego.

Gaia: Al reencarnarse en un animal y salir de un animal: al ser pulsada la tecla Z y al activarse el control sobre otro personaje.

Conejo: Al moverse: cuando se activa la animación de movimiento, al desplazarse en el eje de coordenadas X y estar al mismo tiempo en contacto con la superficie del suelo.

Búho: al convertirse en un objeto controlable.

Lobo: al convertirse en un objeto controlable, al ser activada la animación, al moverse en el eje de coordenadas X y estar al mismo tiempo en contacto con la superficie del suelo.

Leñador: al activarse su animación, en el momento en el que su distancia con un personaje controlable sea menor a un valor determinador, al desplazarse en el eje X.

Hojas y cuerda: al ser destruido, al pulsar la tecla X al controlar a Gaia y estar justo al lado del objeto.

Jefe final: al ser creado en la escena, al desplazarse en cualquier dirección, al ser pulsada la tecla X mientras se controla a Gaia y el jefe final se encuentra en estado vulnerable, al ser destruido uno de sus tentáculos (cada tentáculo supone un punto de vida sin contar con el cuerpo central), al ser destruido el cuerpo central, al pulsar X mientras se controla a Gaia y el jefe final no tiene tentáculos (tiene únicamente un solo punto de vida).

El resto de sonidos pertenecientes al ambiente, y los patrones que forman las composiciones musicales se activaran al entrar en el radio de escucha del objeto invisible que actúa como foco generador del sonido o patrón musical; usando únicamente el componente 'Audio Source'.

Una vez determinados los eventos correspondientes, habrá que localizarlos en los códigos que han sido asignados a los distintos objetos y añadir la acción de reproducir audio. Todo esto se realizara en el caso de que sea necesario activar el sonido mediante el código.

d.2.2. Producción

Todo el proceso de creación de un videojuego consiste básicamente en ir corrigiendo los errores presentes después de haber programado el juego, de la misma forma he llevado a cabo este paradigma de trabajo, basado en el ensayo - error, intentando implementar de forma eficiente cada sonido destinado al juego.

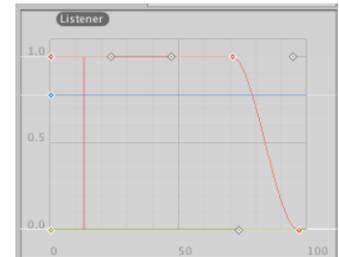
Comenzare describiendo los pasos a seguir desde el momento en el que se determinan las acciones y eventos desencadenarán los efectos de sonido a lo largo del juego.

El primer paso es asegurarse de disponer de todos los sonidos correctamente exportados en su formato correspondiente y a un volumen adecuado, tal y como se ha explicado anteriormente en el proceso de postproducción de la memoria de generación de sonidos.

Una vez comprobados los archivos, los importo al apartado de sonidos del proyecto de Unity y los clasifico por carpetas.

Tras esto, localizo la escena correspondiente al primer nivel, para disponerme a crear los objetos que generaran los sonidos de fondo en todo el escenario en función de su posición. Mediante el comando 'Create Empty' se crea un objeto sin componentes exceptuando las de posición que determinaran las coordenadas en el espacio en las que se sitúa, para que resulte más sencilla la colocación del objeto en la escena, es posible arrastrarla en la ventana de edición hasta el punto que se desee.

Después de haber elegido la posición del objeto, añado la componente 'Audio Source' y despliego el menú en el que ajustare las opciones de reproducción y asignare un sonido a reproducir, en este caso será el sonido de viento, comenzando por marcar únicamente las casillas de 'reproducción al activarse el objeto' (play on awake) y 'reproduccion en bucle' (loop); luego ajusto el valor de efecto doppler en tres unidades aproximadamente; seguidamente configuro la curva de la gráfica que relaciona la distancia de acercamiento al objeto con el volumen de reproducción del sonido asignado de forma que esta quede así:



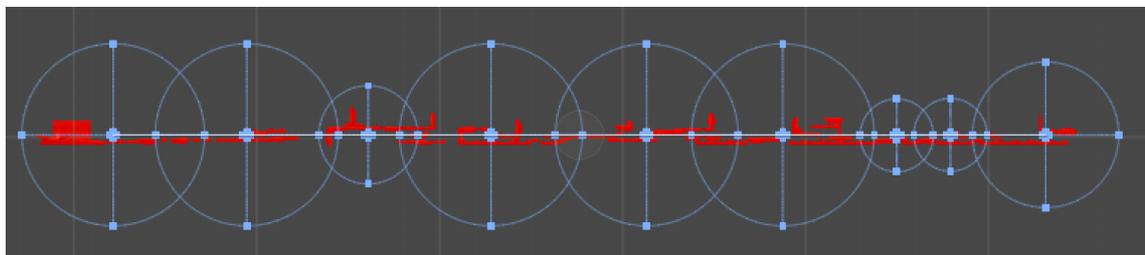
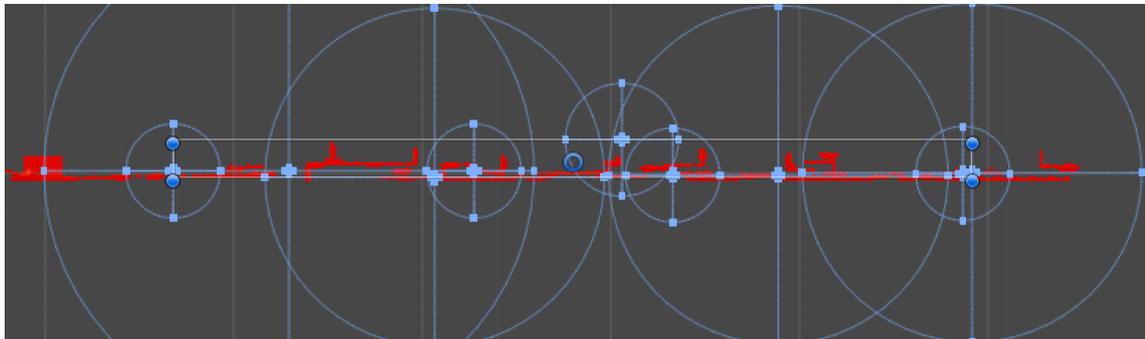
Los valores correspondientes a la prioridad y al volumen los he tanteado mediante pruebas en el juego ya que de otra manera no se puede saber si el volumen es el correcto, sobretodo una vez estén implementados el resto de sonidos.

Para el resto de sonidos ambientales el proceso ha sido el mismo, solo que he realizado en cada objeto, diferentes ajustes de volumen y efecto doppler.

Para los patrones que forman las composiciones musicales el proceso también ha sido muy similar, únicamente he anulado el efecto doppler y he ajustado las coordenadas del eje Y a un mismo nivel, ya que solo pretendo que se generen variaciones al avanzar hacia la derecha o izquierda.

También he comprobado que el radio de distancia de los efectos de sonido alcance gran parte de la escena pero sin superponerse unos a otros de forma directa, al igual que para la música, he dispuesto el radio de los diferentes generadores de patrones de forma que al salir de un radio se esté entrando ya en el siguiente, de esta forma conseguimos que los cambios entre un patrón y otro sean muy graduales, consiguiendo un resultado bastante satisfactorio en ambos casos.

Para entender mejor la disposición de los radios de escucha y los objetos anteriormente mencionados, he realizado una captura de pantalla que muestra la ventana del editor, una de ella corresponde a la disposición de los sonidos de ambiente, la otra a los distintos patrones de música.

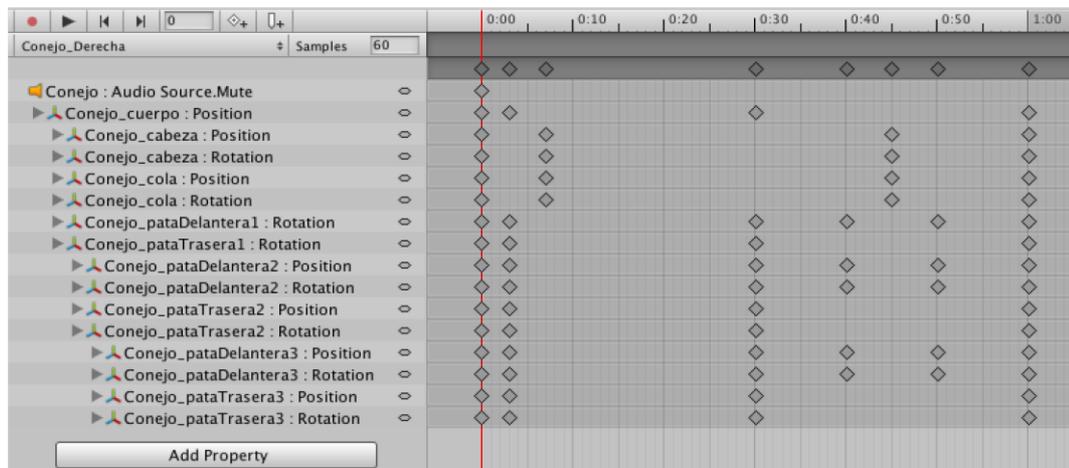


Para llevar a cabo la sonorización de algunos de los personajes he seleccionado la animación que efectúan al desplazarse como evento que acciona el sonido de pasos en puntos concretos de la animación, simplemente añadiendo el componente 'Audio Source' en esta ocasión a los objetos: leñador, lobo y conejo, en lugar de seleccionarlos en el editor de escena, puedo seleccionar todos los que están ya introducidos seleccionando el objeto desde la carpeta 'Prefabs'; el proceso de sonorización será igual para los tres objetos.

En primer lugar, añado el componente 'Audio Source' marcando las casillas 'Mute' (Silenciar), y 'Loop' (Reproducción en bucle), ajusto el valor del efecto doppler en 2 unidades aproximadamente, ya que mi intención aquí es procurar que cada paso suene distinto que el anterior, el radio de escucha deberá alcanzar por lo menos el receptor del sonido (en este caso la cámara), para que de esta manera se comience a escuchar el sonido una vez entre dentro del encuadre; el gráfico que relaciona la distancia y el volumen se dejara de la misma forma que se ha hecho con los sonidos de fondo y música, procurando que el volumen sea máximo al aparecer el objeto en pantalla.

Una vez ajustado todos los valores del 'Audio Source' procedo a añadir una automatización en la animación que controlara el momento en el que el sonido este silenciado o no, ya que se estará reproduciendo en silencio constantemente, a no ser que sea

ejecutada la animación; también añadido una automatización que reproduzca el sonido al activarse la animación por medio de la casilla ‘Play on awake’ (Reproducir al activarse).



Mediante este método surge solo un inconveniente relacionado con la duración del audio asignado y la repetición de el mismo, ya que al estar todo el tiempo en reproducción, el sonido de los pasos termina por ir descompasado con la animación del personaje, no obstante este pequeño error se puede corregir, retrocediendo al paso de postproducción de generación de audio, prestando atención a los valores temporales que tenemos en la pantalla que nos muestra la disposición de los fotogramas clave de la animación, y editando el sonido recortando y desplazando este a los tiempos adecuados.

Para los sonidos que emite el lobo y el búho al convertirse en personajes controlables,



me he basado en el código que los activa, seleccionando el fragmento de código que activa el control e incluyéndolo en un nuevo script (componente para introducir el código en cualquier objeto del juego), el código establece que se activara el componente ‘Audio Source’ asignado al activarse el control del objeto, el código utilizado es el mismo utilizado tanto para el búho como para el lobo, pero se ha llevado a cabo en dos scripts para evitar que entren en conflicto.

d.2.3. Postproducción

En el apartado referente a la postproducción, el último paso llevado a cabo después de la inclusión de los sonidos a los diferentes apartados del juego, es decir a los personajes, sonido de fondo y músicas, es realizar pruebas (tests) del propio juego para comprobar que todos los elementos funcionan correctamente y corregir los que no funcionan o realizar pequeños ajustes en la medida de lo posible, teniendo que retroceder en algunos casos hasta el proceso de producción y probar diferentes alternativas a la programación ya realizada.

e. CONCLUSIONES

Las conclusiones más destacables que he obtenido en base a la realización de este trabajo giran en torno a la posibilidad de que puedan ser realizables en poco tiempo por personas que no tengan experiencias previas en composición, producción musical y programación. Evidentemente se podrían realizar proyectos extremadamente sencillos, pero el perfeccionamiento de las técnicas necesarias para llevarlos a cabo requiere de bastante tiempo y practica constante.

Otro aspecto destacable entre las conclusiones, es que el hecho de establecer unos límites realistas puede facilitar las tareas a llevar a cabo dentro de un proyecto, incluso cierta limitación llega a estimular la creatividad. Pero es cierto que en este caso las limitaciones técnicas pueden haber dificultado algunas tareas que podían haberse solventado de otra forma, como son la generación de efectos de sonido pudiendo utilizar micrófonos y materiales concretos o directamente grabando algunos sonidos específicos en un entorno natural. De esta forma quiero indicar que quizá la limitación de recursos de este tipo encaje mejor en un videojuego de corte más abstracto.

En cuanto al uso de muestras de audio para realizar composiciones musicales, he de mencionar que considero que es un recurso que hay que utilizar con cuidado y minuciosidad, especialmente cuando usamos una muestra en bucle continuo, debido a que es muy fácil de esta forma apreciar muchas veces si se trata de una muestra de audio, lo que no suele dar una buena sensación siempre. Si es cierto, que mediante grabaciones y sonidos indeterminados podemos expandir el horizonte creativo de timbres y composiciones, creando todo tipo de ‘nuevos instrumentos’. Sin embargo, cuando se usa para emular instrumentos reales, algunos puristas sostienen que de ninguna manera podría sustituir a las pequeñas imperfecciones y variaciones que se encuentran en una ejecución real del instrumento. Aquí es donde se abre el debate sobre el uso de orquestas virtuales o reales. Por el momento, se consiguen muy buenos resultados con instrumentos virtuales ahorrando cuantiosos gastos en contratación de orquestas.

Sobre el método de trabajo utilizado para la realización de los sonidos he aprendido que delimitar los objetivos en relación a una lista concreta de sonidos ayuda bastante en la organización permitiendo trabajar con una mayor eficiencia, por otro lado, el proceso de crear los sonidos utilizando SynFactory puede resultar en algunos casos arbitrario aun teniendo conocimientos previos sobre qué tipo de sonido va a sonar respecto a la selección o configuración de los módulos, ya que en algunos casos es preciso ir escuchando en tiempo real

cualquier modificación que hagamos. Esto no significa que se tengan que hacer las cosas a ciegas, pero si es cierto que este proceso conlleva un alto grado de experimentación.

En relación a lo aprendido sobre la programación con el lenguaje de programación de Pure Data y tras haber adquirido conocimientos sobre como programar en C# y comprobar sus aplicaciones, me percaté de que muchas de las variables y acciones que se manejan al programar pueden ser perfectamente aplicables al campo de la música en directo, y no solo en el sentido de la composición, sino en el de la aplicación de efectos de sonido por medio de datos enviados al ordenador y el posterior análisis de estos; pudiendo por ejemplo controlar el tono de un instrumento virtual por medio de la voz, emitiendo una nota de igual frecuencia a la que el micrófono capta de nuestra voz.

Al haber realizado un estudio sobre la trayectoria de la música en los videojuegos, me he percatado al mismo tiempo de que estos cada vez intentan más encarecidamente que el videojuego se parezca a la película, utilizando cada vez más el uso de orquestas virtuales, dando la sensación de que a veces, se usa exactamente la misma biblioteca de sonidos o muestras de audio para realizar composiciones genéricas que estarán constantemente sonando durante el desarrollo del juego. Mediante esto también quiero indicar la importancia que tiene el correcto uso del silencio y recalcar el poco uso que se hace del mismo, sobrecargando algunas veces el entorno de juego de sonidos muchas veces innecesarios especialmente cuando se intenta transmitir tensión o miedo, que en mi opinión pienso que el completo silencio del ambiente puede transmitir más que un sonido ambiental o una pieza musical que suene constantemente.

En mi opinión, una buena banda sonora, debe de transmitir unas sensaciones concretas en los momentos adecuados además de tener un componente de identificación incluso si se va a usar en un segundo plano; también considero importantísimo el buen uso de el leit-motiv, es decir la repetición de una figura melódica en distintas composiciones del juego, que conseguirá plantar en el jugador un recuerdo difícil de olvidar.

f. BIBLIOGRAFÍA

Martin Supper, *Música electrónica y música con ordenador*, Editorial Alianza Música, 2004

Joaquín Zamacois, *Tratado de Armonía (I)*, Idea Books, S.A., 2004

Enric Herrera, *Teoría musical y armonía moderna Vol.1*, Antoni Bosch Editor, S.A., 1990

Alan Belkin, *Guía Práctica de Composición Musical*, Copyright Alan Belkin, 1995-1999

Rodney Dale, *Aprende tú solo Jazz*, EDICIONES PIRÁMIDE, S.A., 1999

Nacho Cabanes, *Introducción a la programación con C#*, Creative Commons, Revision 0.99

Fco. Borja López Barinaga, *Juego: Historia, Teoría y Práctica del Diseño Conceptual de Videojuegos*, Alesia Games & Studies, 2010

Fredrik Hylvander, *Reason Operation Manual*, Propellerheads, 2010

Revista: Música y tecnología, Num. 11, Artículo: *Los primeros cien años*, Wendy Carlos; pag. 47, 1987.

f.1 WEBGRAFÍA

Búsqueda y selección de programas de audio

- <http://openmpt.org/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_MIDI_editors_and_sequencers
- http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_free_software_for_audio
- <http://www.syntiac.com/synfactory.html>
- <https://lmms.io/>
- <http://audacityteam.org/download/plugins>
- <http://www.makeuseof.com/tag/making-8bit-music-introduction-free-chiptune-music-trackers/>

Búsqueda y selección de motores gráficos

- <http://www.yoyogames.com/>
- <http://unity3d.com/>

Información sobre teoría musical

- <https://www.teoria.com/es/index.php>

Información sobre sintetizadores y música generada por ordenador

- <http://www.soundonsound.com/sos/allsynthsecrets.htm>
- <https://ccrma.stanford.edu/~cc/vox/smac2013som/upho2013Spanish.pdf>
- http://coitt.es/res/revistas/08d_Rep_Voder_MN3.pdf

Escuchas de composiciones creadas para videojuegos

- <http://downloads.khinsider.com/>
- <http://asma.atari.org/>
- <http://www.hvsc.c64.org/> (High Voltage SID Collection)
- <http://www.worldofspectrum.org/projectay/gdmusic.htm>
- <http://www.zophar.net/music/nsf.html>
- <http://snesmusic.org/v2/>
- <http://project2612.org/>

Escuchas de composiciones de música electrónica

- <http://electronicorgy.blogspot.com.es/>

Historia de los videojuegos

- <https://tecnohuesa.wordpress.com/2014/04/09/cronologia-desde-la-primera-consola-a-la-nes-de-nintendo/>

Tecnologías de audio en videoconsolas

- <http://elblogdemanu.com/musica-de-videojuegos-en-formato-chip/>
- <http://tamw.atari-users.net/timidi.htm>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-code_modulation
- http://www.rgame.nl/nesspecs_eng.html
- https://en.wikipedia.org/wiki/Sega_Saturn
- https://en.wikipedia.org/wiki/Yamaha_YMF292
- <http://www.vandal.net/reportaje/la-historia-de-playstation-2/4>

Compositores

- https://es.wikipedia.org/wiki/Tommy_Tallarico
- <http://audiogang.dreamhosters.com/>
- http://es.m.wikipedia.org/wiki/Nobuo_Uematsu
- <http://www.sonicmayhem.com/>

Los videojuegos en el mundo de la música

- <http://www.nanoloop.com/index.html>

Documental ‘Frecuencias’ sobre el proceso de composición y grabación de una banda sonora en un estudio de videojuegos

- <https://www.youtube.com/watch?v=4bQBmA00hk4>

h. ÍNDICES

a. INTRODUCCIÓN.....	1
b. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
b.1. Objetivos:.....	3
b.2. Metodología	4
b.2.1. Búsqueda y selección de software	4
b.2.1.1. Software utilizado.....	5
b.2.1.2. Método de aprendizaje.....	6
b.2.2. Búsqueda de información	7
b.2.2.1. Información sobre teoría musical	7
b.2.2.2. Información sobre sintetizadores y música generada por ordenador	7
b.2.2.3. información sobre el funcionamiento de un sintetizador.....	9
b.2.2.4. información sobre software e instrumentos virtuales	9
b.2.2.5. Información relativa a la programación en Unity.....	9
b.2.2.6. información sobre composiciones musicales en videojuegos.....	10
b.2.2.7. historia de los videojuegos	10
b.2.2.8. evolución de las consolas.....	10
b.3. Flujo de trabajo.....	10
c. ANÁLISIS	12
c.1.Aproximación histórica	12
c.1.1. Historia de los videojuegos.....	12
c.1.2. Historia de los sintetizadores	14
c.2. Análisis de las músicas y sonidos que se utilizan.	15
c.2.1. Tecnologías utilizadas.....	17
c.2.1.1 Predecesores	17
c.2.1.2 Primeras consolas	17
c.2.2. Tipos de músicas	20
c.2.2.1. Según el tipo de videojuego.....	20
c.2.2.1.1. Videojuegos de carreras:.....	20
c.2.2.1.2. Videojuegos de deportes:.....	20
c.2.2.1.3. Videojuegos de estrategia:	21
c.2.2.1.4. Videojuegos de aventuras:	21
c.2.2.1.5. Videojuegos de rol:.....	21
c.2.2.1.6. Videojuegos musicales:	21
c.2.2.1.7. Videojuegos de simulación:.....	22
c.2.2.1.8. Videojuegos de habilidad y puzles:	22

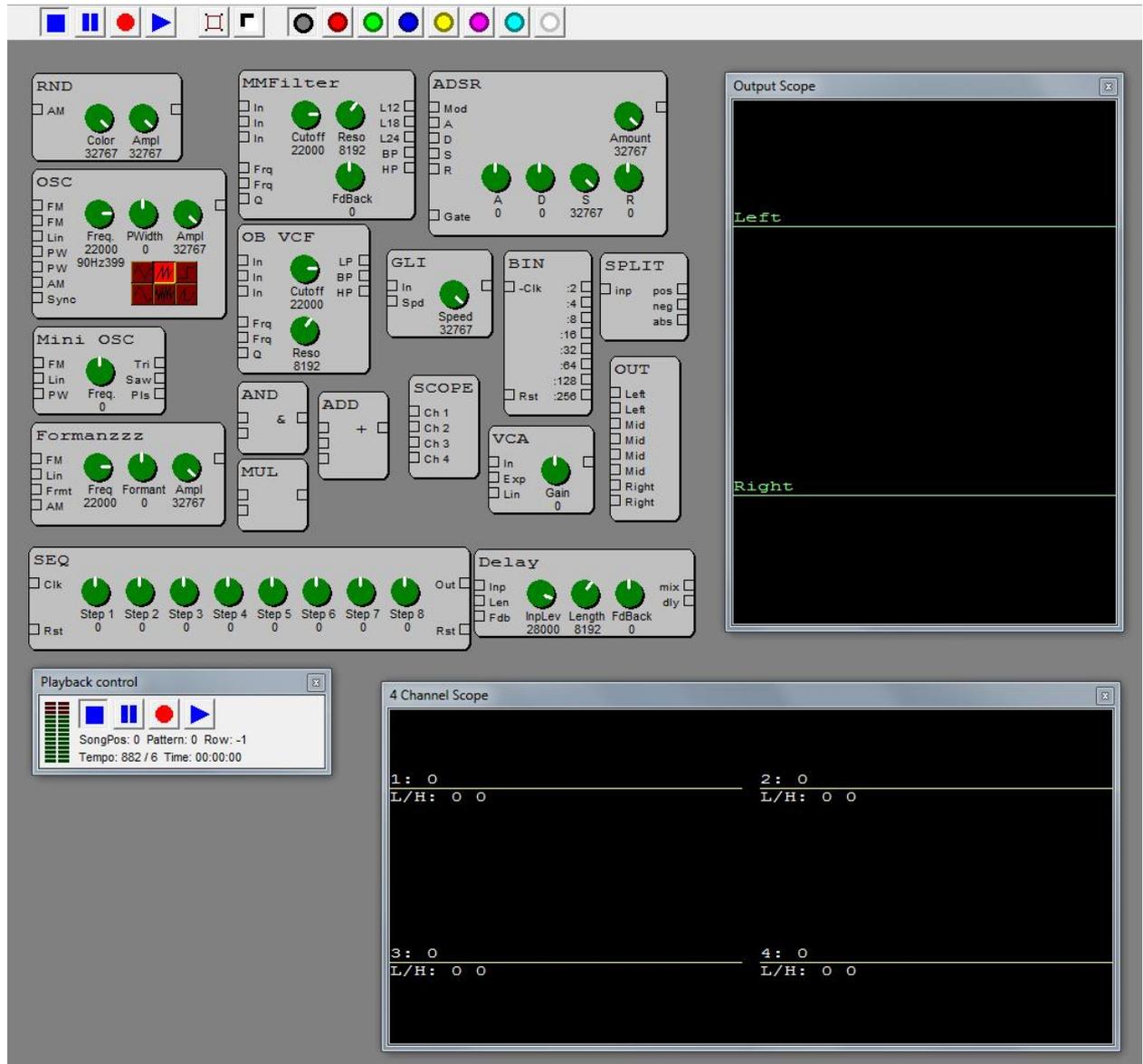
c.2.2.2. Según procedencia	22
c.2.2.2.1. Música compuesta	22
c.2.2.2.1.1. <i>Compositores de renombre</i>	23
c.2.2.2.2. Inclusión de música ya existente	24
c.2.2.3. Factores que determinan el carácter de la música en el videojuego.	24
c.2.2.3.1. Carácter musical	24
c.2.2.3.2. Ambientación.....	25
c.2.2.3.3. Público hacia el que va dirigido.....	25
c.2.2.3.4. Función de la música dentro del videojuego	25
c.2.2.3.5. Tendencias	26
c.2.3. Narrativa musical	27
c.2.3.1. Estructura	27
c.2.3.1.1. Comienzo.....	27
c.2.3.1.2. Continuación.....	28
c.2.3.1.3 Resolución	28
c.2.3.2. Variación:	29
c.3 Bandas sonoras destacadas	29
c.4. Los videojuegos en el mundo de la música	30
d. MEMORIAS	31
d.1. Memoria de producción musical y elaboración de sonidos	31
d.1.1. Preproducción:	32
d.1.1.2. Creación de partituras.	34
d.1.2. Producción:	35
d.1.2.1. Evolución de los sonidos creados:	36
d.1.2.1.1. Sonidos de ambiente	36
d.1.2.1.1.1. <i>Viento</i>	36
d.1.2.1.1.2. <i>Grillos</i>	37
d.1.2.1.1.3. <i>Pájaros</i>	37
d.1.2.1.2. Sonidos de los personajes	38
d.1.2.1.2.1. <i>Gaia</i>	38
d.1.2.1.2.2. <i>Búho</i>	38
d.1.2.1.2.3. <i>Lobo</i>	39
d.1.2.1.2.4. <i>Hojas</i>	40
d.1.2.1.2.5. <i>Pasos</i>	40
d.1.2.2. Creación de las piezas musicales	40
d.1.2.2.1. Música del menú	40
d.1.2.2.2. Música de juego.....	41
d.1.2.2.3. Música del jefe	41

d.1.3. Postproducción	42
d.2. Memoria de implementación y sonorización.	43
d.2.1. Preproducción:	44
d.2.1.1 Análisis de los personajes y las acciones del juego	44
d.2.1.2. Lista de eventos	45
d.2.2. Producción	46
d.2.3. Postproducción	49
e. Conclusiones	50
f. BIBLIOGRAFÍA	52
g. WEBGRAFÍA	53
h. ÍNDICES	55
i. ANEXOS	58

i. ANEXOS

i.1. Nociones básicas de SynFactory

SynFactory es un programa que emula el funcionamiento de un sintetizador modular, que, como



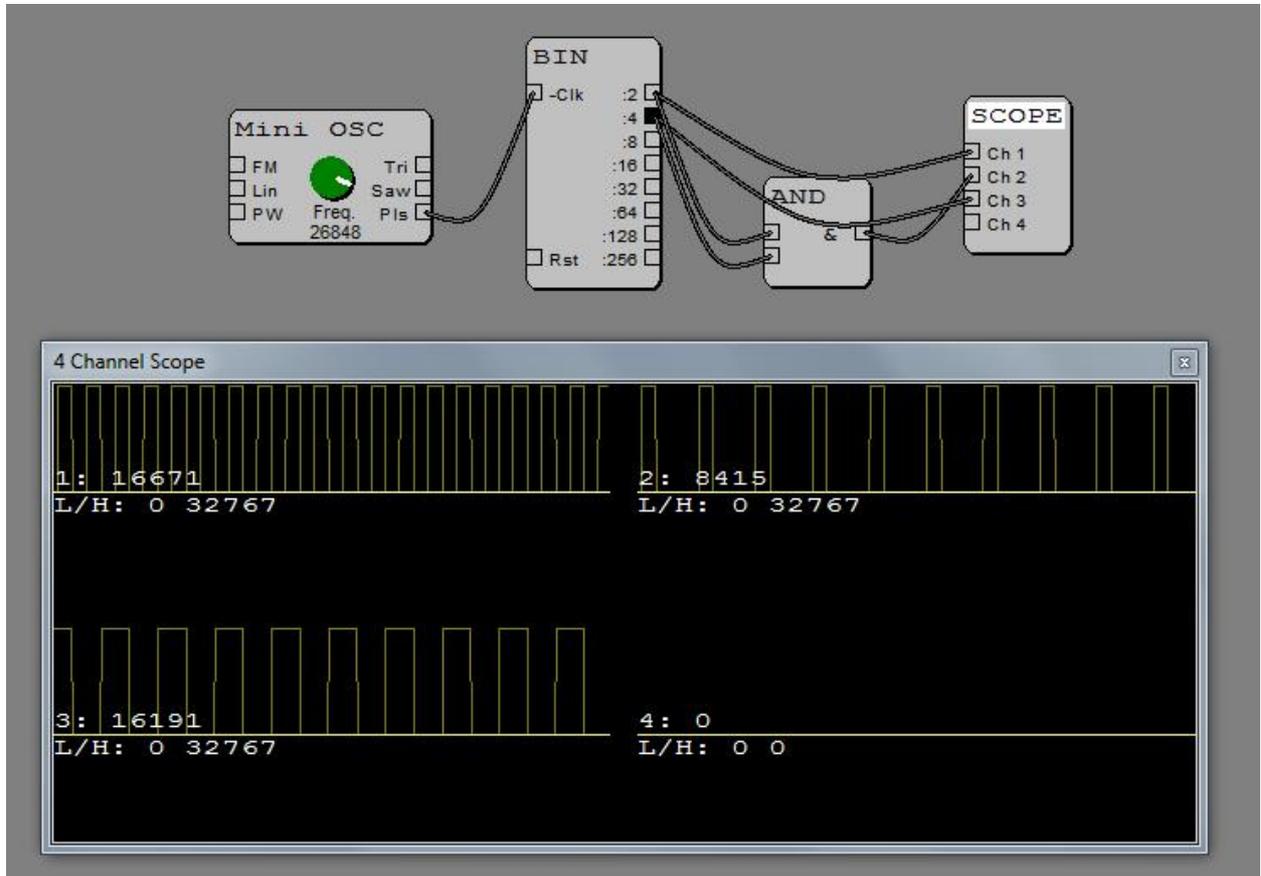
1. Interface principal con algunos de los módulos más usados en SynFactory.

indica su nombre, se basa en combinaciones de módulos. Para comenzar a usarlo solo hace falta conectar módulos entre si, como si de un modelo real se tratase.

Cada módulo tiene una o varias salidas que transportan una señal transformada dependiendo del modulo seleccionado.

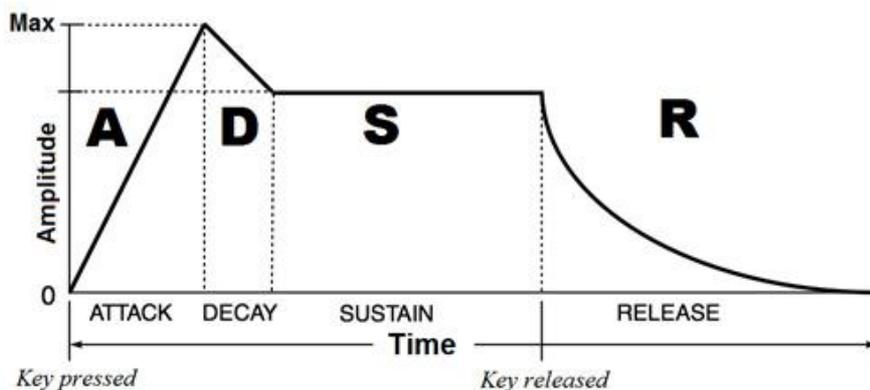
Cada módulo dispone también de una o varias entradas que transportan la señal, modifican o activan algún parámetro del módulo. Las entradas (**Gate, Clk o Rst**) son activadas mediante la

entrada de señal positiva. Para esto se recurre normalmente a un mini oscilador conectado a la entrada 'clk' de un contador binario, especialmente cuando se trata de generar sonidos rítmicos. Además también se pueden realizar operaciones lógicas, mediante módulos que realizan las mismas funciones que las puertas lógicas (**AND, OR, NOT, XOR, NAND**).



2. Ejemplo sobre cómo utilizar el contador binario y el módulo lógico AND.

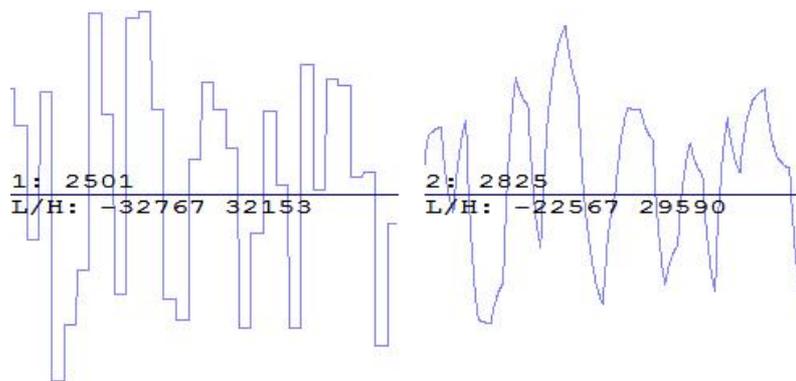
En cuanto a la generación de sonidos, hay que tener en cuenta un componente muy importante: **El generador de envolvente**. Un generador de envolvente, genera una señal que normalmente se utiliza para modular la amplitud de onda, en función del tiempo que se mantenga activado la envolvente, generando una grafica de este tipo.



3. Señal generada por una envolvente al presionar y soltar una tecla, es decir, al ser activado y desactivado respectivamente.

Generalmente, el ataque (**Attack, A**), es el tiempo en el que la envolvente alcanza su valor máximo partiendo de cero; el decaimiento (**Decay, D**) es el tiempo que tarda la envolvente en alcanzar el valor de sostenimiento (**Sustain, S**), partiendo desde el máximo; el factor de relajación (**Release, R**) Consiste en el tiempo que tarda en llegar a cero el valor de la envolvente una vez deja de estar activada.

Otro elemento importante a tener en cuenta es el modulo de **portamento (GLI)**, el cual suaviza las transiciones bruscas producidas en una señal. La mejor forma de entender el funcionamiento de este módulo, es mediante una comparación visual.



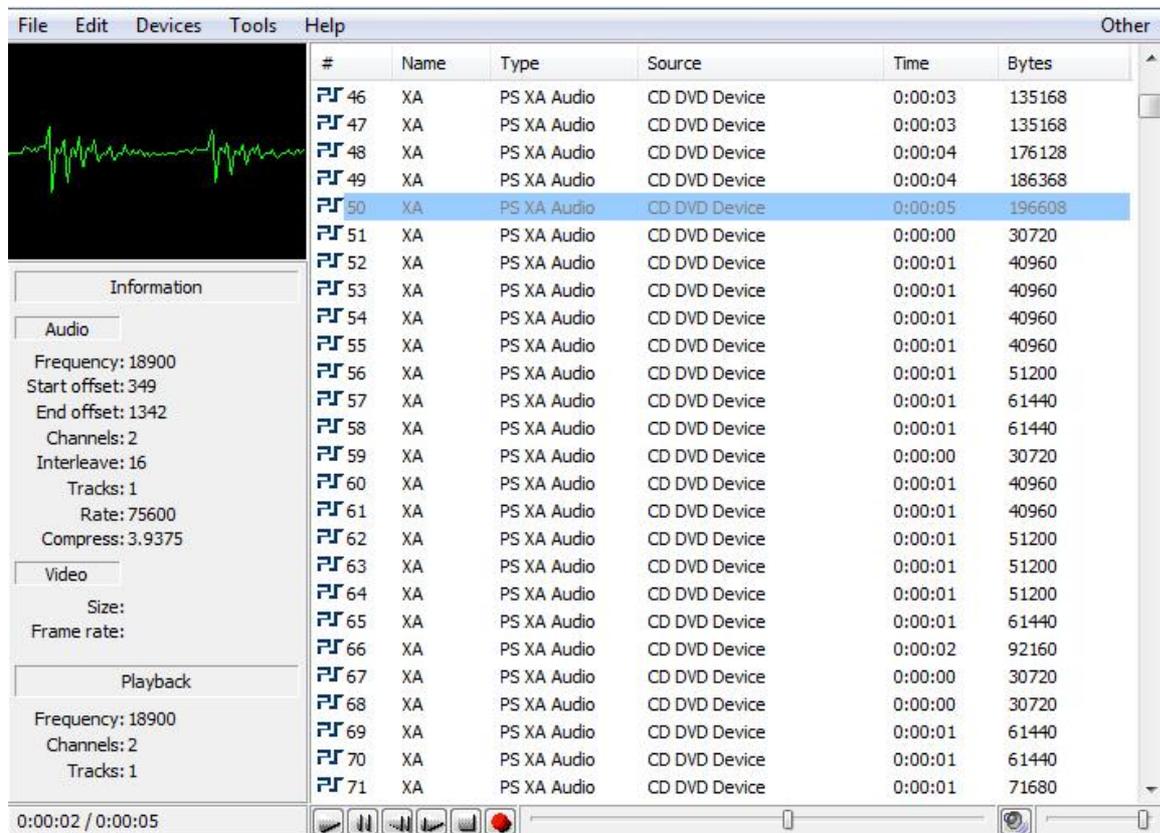
4. Efecto glissando, aplicado a una onda de ruido aleatorio.

Finalmente concluyo con una pequeña lista de algunas de las entradas de las que disponen algunos módulos.

- **FM:** Modula la frecuencia de los osciladores.
- **Lin:** Modula la frecuencia o valor de forma lineal.
- **PW:** Modula el ancho de onda cuadrada.
- **AM:** Modula la amplitud de onda.
- **Sync:** Permite sincronizar varios osciladores.
- **IN:** Entrada de señal.
- **Frq:** Permite modular la frecuencia de corte en los filtros.
- **Q:** permite modular la resonancia de los filtros, aunque el factor Q de los ecualizadores indica siempre el ancho de banda a realzar o recortar.
- **Clk:** permite la activación del modulo cada vez que recibe señales positivas.

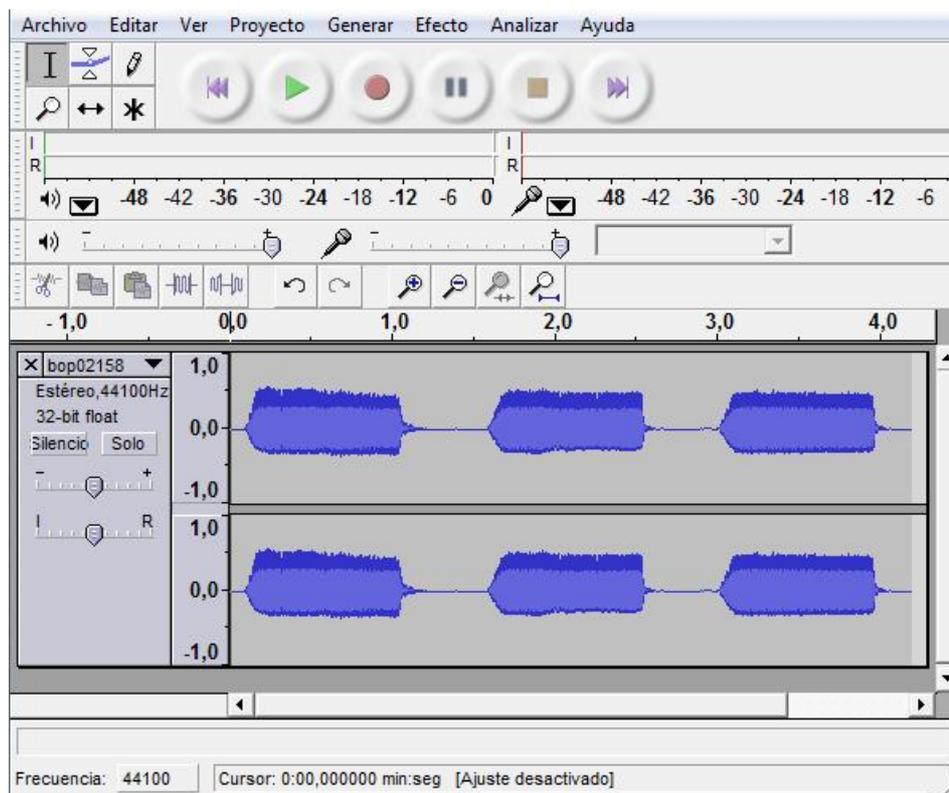
i.2 Capturas de imagen

Cube Media Player 2



Captura de imagen 1 Reproducción de archivos de audio '.XA', extraídos de un disco de PlayStation.

Audacity

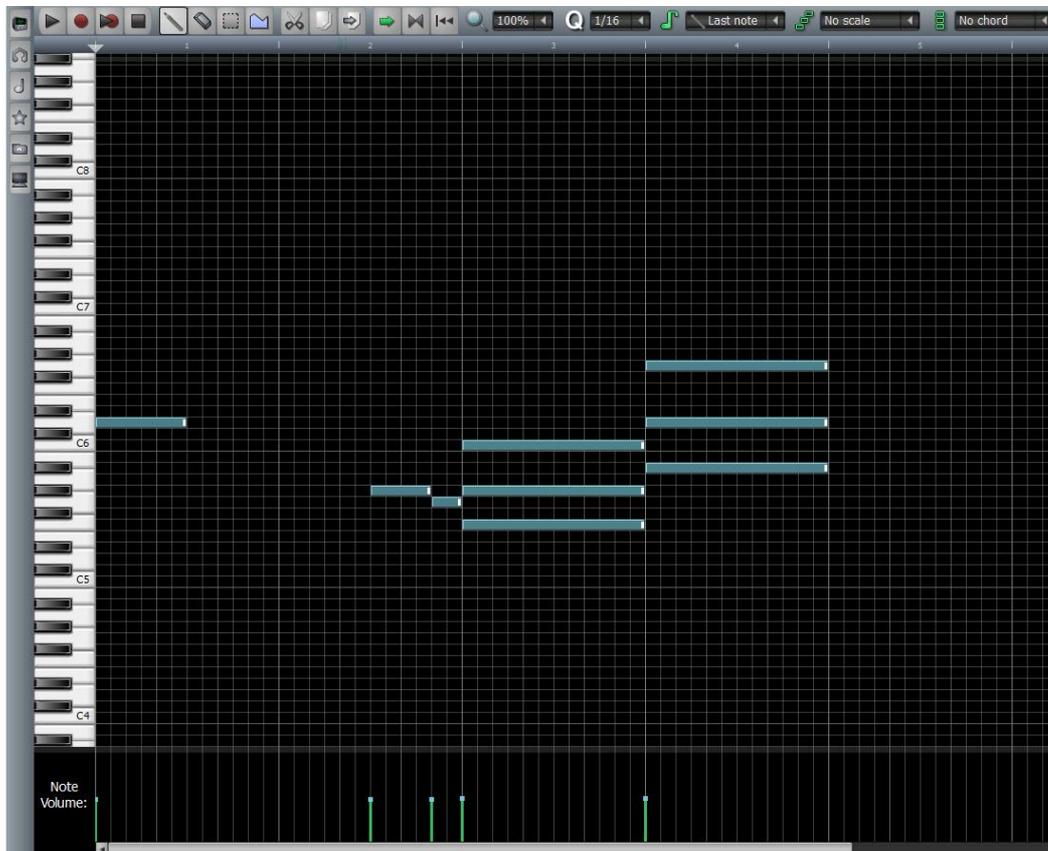


Captura de imagen 2 Interface de Audacity.

LMMS

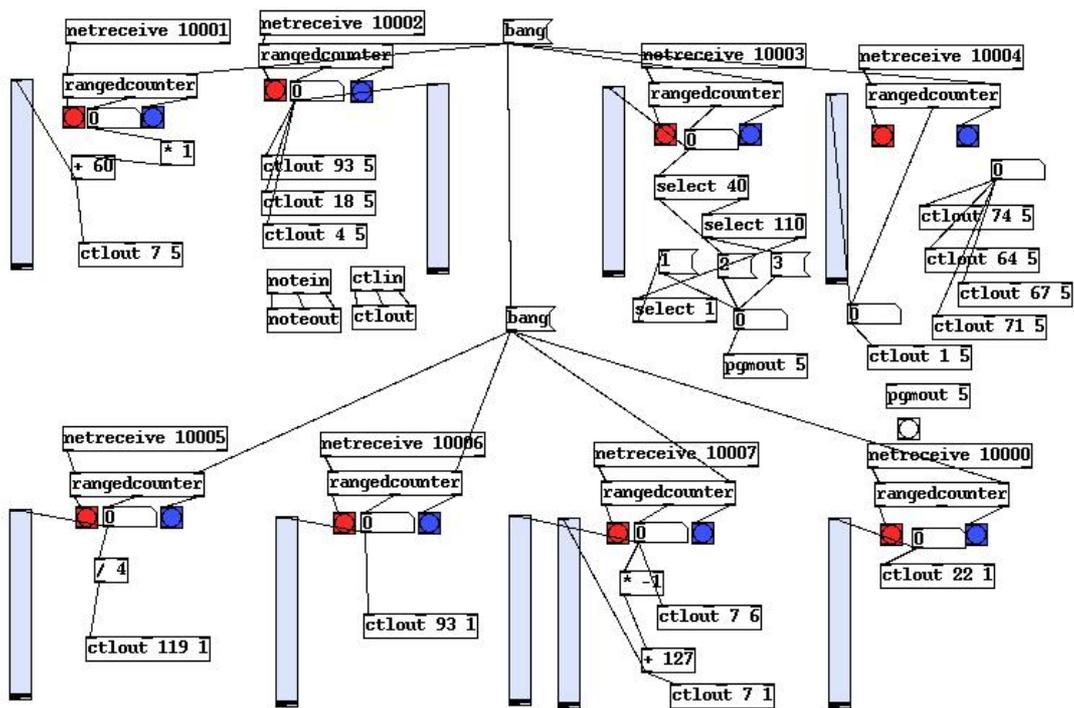


Captura de imagen 3 Pantalla principal de LMMS, en la que se muestran varias opciones de modificación para instrumentos virtuales.



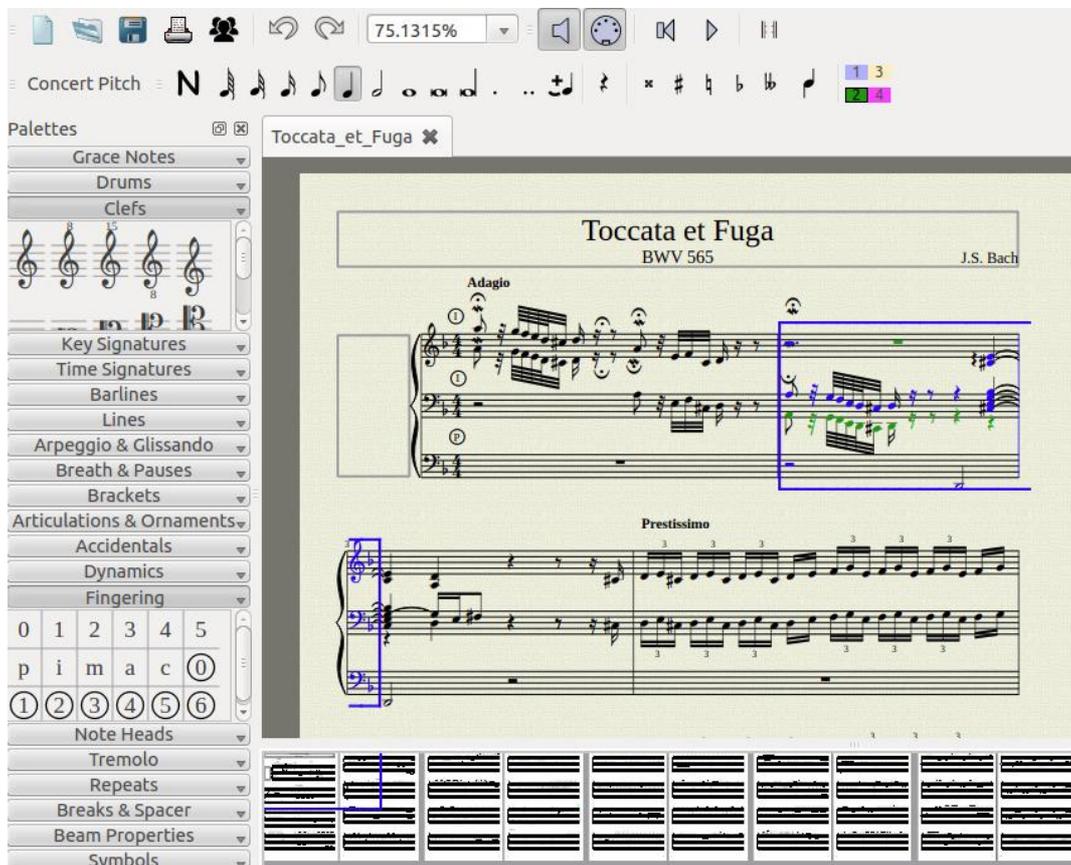
Captura de imagen 4 'Piano Roll': Mediante este menú podemos escribir en información MIDI, una sucesión de notas y acordes guiándonos por el grafico que representa las teclas de un piano.

Pure Data



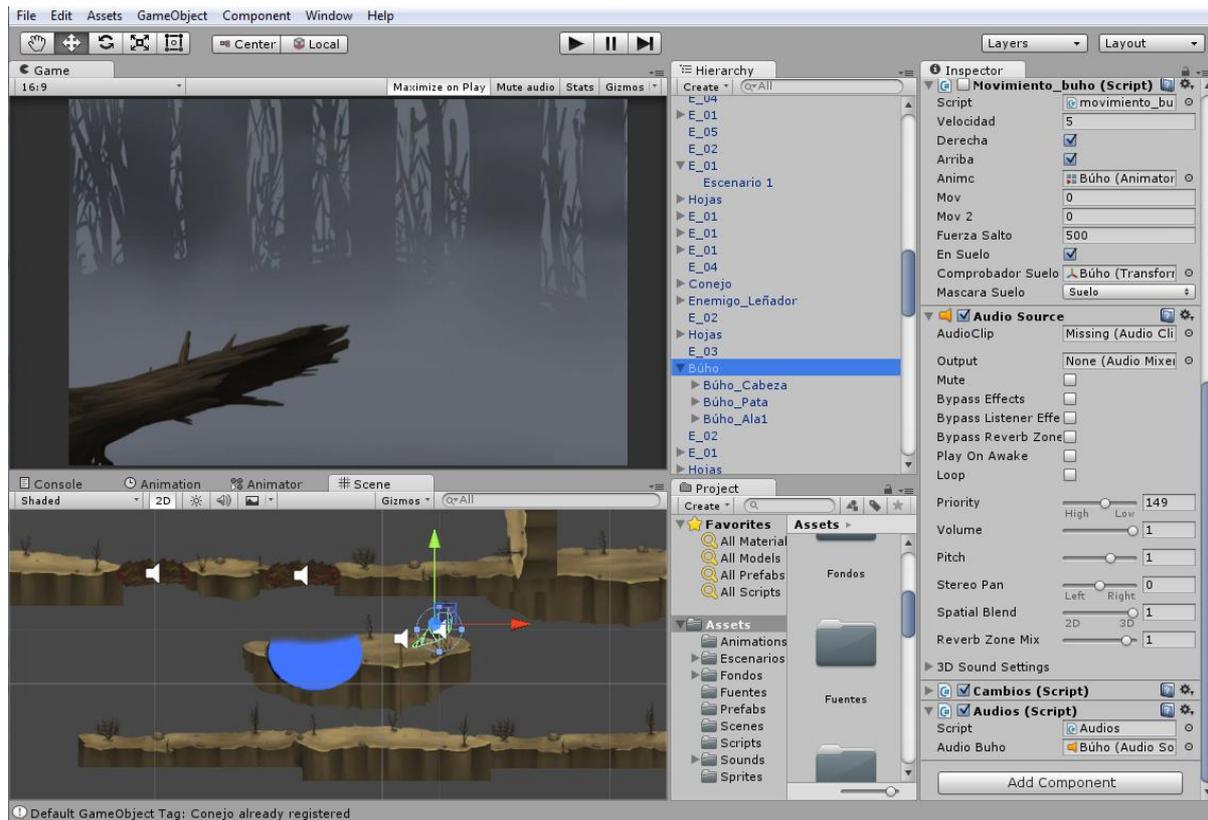
Captura de imagen 5 Ejemplo de funcionamiento del lenguaje Pure Data.

MuseScore

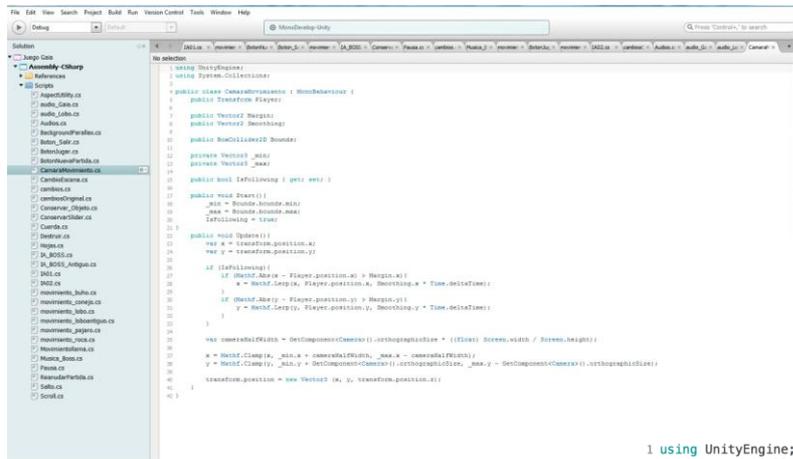


Captura de imagen 6 Pantalla principal de MuseScore en la que se muestran las posibles modificaciones en el menú de la izquierda.

Unity



Captura de imagen 8 Interface principal del motor gráfico Unity.



```

1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class Audios : MonoBehaviour {
5
6     public AudioSource AudioBuho;
7
8     void Update () {
9         if (gameObject.GetComponent<movimiento_buho>().enabled == false) {
10             AudioBuho.Play ();
11         }
12     }
13 }
14 }
15

```

Captura de imagen 7 A la izquierda: Código utilizado para el movimiento de la cámara dentro del juego. A la derecha: Código utilizado para incluir la acción de reproducción al seleccionar el personaje del búho.

i.3. Historia de los instrumentos electrónicos



Imagen 1 Alexandra Stepanoff, primera estudiante de Theremin de Estados Unidos



Imagen 2 Ondas Martenot



Imagen 3 Órgano Hammond Novachord



Imagen 4 Demostración de uso del Voder en el instituto Franklin



Imagen 5 Chamberlin 200



Imagen 6 Mellotron

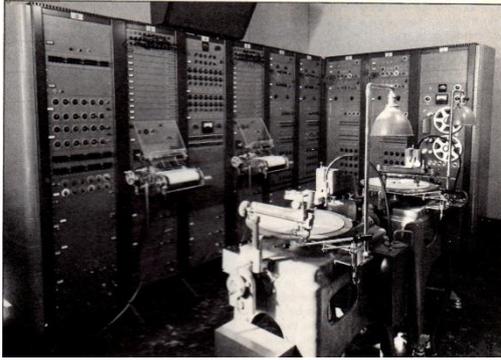


Imagen 7 Sintetizador RCA Mark II



Imagen 8 Sintetizador Minimoog



Imagen 9 Prophet 5, el primer sintetizador polifónico



Imagen 10 Secuenciador EMS



Imagen 11 Sampler digital, Emulator II



Imagen 12 Controlador MIDI



Imagen 13 Sintetizador modular