

DISEÑO SONORO Y MEZCLA PARA VIDEOJUEGOS NACIONALES EN 5.1

MARIA FERNANDA FALLA GAITAN

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SONIDO
BOGOTA
2006**

DISEÑO SONORO Y MEZCLA PARA VIDEOJUEGOS NACIONALES EN 5.1

MARIA FERNANDA FALLA GAITAN

**Proyecto De Grado
Para Optar al Título de Ingeniero de Sonido**

TUTORES

**ESPERANZA CAMARGO
JUANCARLOS FERNANDEZ**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SONIDO
BOGOTA
2006**

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del jurado

Firma Jurado 1

Firma Jurado 2

Bogota, Noviembre 21 2006

DEDICATORIA

En este trabajo queda consignado el último esfuerzo realizado para culminar mi carrera con éxito, pero no solamente es esta investigación la que representa todos estos años de ilusiones y expectativas, también son todas esas personas que hicieron posible que mi sueño de conseguir el título de Ingeniera de sonido se lograra; a Dios por nunca abandonarme, Mi Madre que la amo con mi corazón y que agradezco todas sus palabras de apoyo que hacía que cada día fuera un nuevo reto; para mis hermanos que son mis amigos y compañeros en este sueño y mi abuelo los quiero mucho.

Y a toda mi familia, que esta cerca, lejos o que ya se ha marchado, gracias porque no es necesario escuchar una palabra para saber que cuento con ustedes incondicionalmente. A Sergio por convertirse en una persona especial en mi vida, por compartir conmigo tantas cosas bonitas entre esas este proyecto recuerda que te quiero mucho.

A todos mis compañeros con los que compartí y tuve muchas experiencias lindas y a los profesores que pasaron por estos años de aprendizaje que con buena voluntad quisieron compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Este proceso no hubiera sido posible sin la intervención de esas personas que con su amabilidad y disponibilidad dejaron un granito de arena en este proyecto.

- José Roberto Ardila
- Mauricio Cano
- Roberto Siger
- Omar Flores
- Álvaro López
- Sergio Garcia
- David Leal
- Carlos A. Falla
- Johann E. Falla

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	29
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
1.1 ANTECEDENTES	31
1.1.1 Arcade	31
1.1.2 Consolas	32
1.1.3 Japón	32
1.1.4 USA	33
1.1.5 Juegos de video en Latinoamérica y Colombia	34
1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	35
1.3 JUSTIFICACIÓN	36
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
1.4.1 Objetivo General.	37
1.4.2 Objetivos Específicos	37
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO	37
1.5.1 Alcances	37
1.5.2 Limitaciones	38
2. MARCO DE REFERENCIA	39
2.1 MARCO CONCEPTUAL	39
2.1.1 Sonido	39
2.1.2 Imagen	42

2.1.3 Videojuegos	43
2.1.4 Sonido en videojuego	44
2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO	44
2.3 MARCO TEÓRICO	45
2.3.1 Sonido	45
2.3.2 Creación de música original	53
2.3.3 Mezcla y perspectiva	65
2.3.4 Imagen	67
2.3.5 Videojuegos	68
2.3.6 Sonidos en los videojuegos	72
2.3.7 Surround	75
2.3.8 Sistema 5.1	76
2.3.9 Técnicas 5.1	77
3. METODOLOGIA	80
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	80
3.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA	80
3.3 HIPÓTESIS	81
3.4 VARIABLES	81
3.4.1 Variables independientes	81
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
5. DESARROLLO INGENIERIL	86

5.1 TÉCNICAS EN EL MANEJO DE FUENTES SONORAS	86
5.1.1 Manejo de fuentes puntuales en el sistema 5.1 para “1899 Cuentos de Guerra”	86
5.1.2 Desplazamiento de los sonidos en el videojuego	86
5.2 CLASIFICACION Y RELACIÓN DE SONIDOS Y ESCENAS	89
5.2.1 Características	89
5.2.2 Métodos de tratamiento sonoro	90
5.2.3 Orientación y disposición del sonido en el referente visual	91
5.3 PROCESOS DE GRABACIÓN, MUSICALIZACION Y MEZCLA	92
5.3.1 Aspectos técnicos	92
5.3.2 Instrumentos utilizados	93
5.3.3 Conexión de equipos	103
5.3.4 Aspectos estéticos	106
5.4 IMPLEMENTACION DEL DISEÑO EN EL VIDEOJUEGO	120
5.4.1 Programación del ambiente sonoro en el videojuego	120
5.4.2 Métodos (Funciones) para el manejo del ambiente sonoro.	122
5.5 Sonidos 3D	123
5.5.1 Métodos de Reproducción	123
5.6 Elementos multimedia por plugins	124
5.6.1 Métodos de Reproducción	124
5.6.2 Métodos de Control	125
5.6.3 Métodos de Reproducción	125
5.6.4 Métodos de Control	126

5.7 Activación del sonido	133
5.8 Codificación AC3 en el videojuego	134
6. CONCLUSIONES	139
7. RECOMENDACIONES	140
BIBLIOGRAFÍA	142
ANEXOS	144
ANEXO A	145
ANEXO B	146
ANEXO C	148

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Higginbottha videojuego Tennis for two1958	31
Figura 2. Magnavox Odyssey - Consola de video	32
Figura 3. Cancelación de fase de dos ondas sonoras con misma amplitud punto de encuentro 180°	47
Figura 4. Diagrama polar de micrófono omnidireccional	55
Figura 5. Diagrama polar de micrófono bidireccional	55
Figura 6. Patrón polar de micrófono cardioide	56
Figura 7. Patrón polar micrófono Hipercardioide	56
Figura 8. Patrón polar súper-cardioide	57
Figura 9. Técnica de grabación x-y	59
Figura 10. Técnica Blumlein	61
Figura 11. Técnica ORTF	61
Figura 12. Técnica M –S estéreo	62
Figura 13. Posición de escucha dentro de marco de 360°	66
Figura 14. Vector que representa dirección y sentido	71
Figura 15. Distribución del sistema 5.1	77
Figura 16. Campesino personaje Cuentos de Guerra 1899	83
Figura 17. Contexto Pueblo Cundi - Boyacense	84
Figura 18. Ambiente característico	85

Figura 19.	Plano de pisos 1899 cuentos de Geurra	86
Figura 20.	Vista cenital y porcentaje	87
Figura 21.	Cuadrantes (+/-)	88
Figura 22.	Cuadrantes (-/-)	88
Figura 23.	Esquema modular del tablero - Reflexiones sonoras	90
Figura 24.	Pueblo colonial	91
Figura 25.	Micrófono B2 pro	93
Figura 26.	Patrones polares y respuestas de frecuencia	94
Figura 27.	Respuesta de frecuencia – Micrófono Shure BETA 87	95
Figura 28.	Respuesta de frecuencia - Micrófono Shure SM57	95
Figura 29.	Respuesta de frecuencia - Micrófono Shure SM81	96
Figura 30.	Respuesta de frecuencia - Micrófono AT4050	96
Figura 31.	Respuesta de frecuencia y patrón polar AKG 114	97
Figura 32.	Respuesta de frecuencia – Micrófono MK 40	98
Figura 33.	Micrófono U87	98
Figura 34.	Respuesta de frecuencia - Micrófono Senheiser 602	99
Figura 35.	Respuesta de frecuencia – Micrófono AK 535	99
Figura 36.	Interface digi 002 – Protools	100
Figura 37.	Sonómetro	101
Figura 38.	GigaWorks™ S700	101
Figura 39.	Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 1	102
Figura 40.	Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 2	102

Figura 41.	Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 3	103
Figura 42.	Conexión en grabación de ambientes	104
Figura 43.	Conexión montaje sistema 5.1	104
Figura 44.	Conexión grabación de efectos	105
Figura 45.	Conexión grabación música con efecto	105
Figura 46.	Base de micrófonos para 5.1	110
Figura 47.	Posición micrófono para captura del sonido de guitarra	112
Figura 48.	Posición micrófono grabación vientos	112
Figura 49.	Posición micrófonos para percusión	113
Figura 50.	Plugins protocols	114
Figura 51.	Nuendo, Canales independientes	116
Figura 52.	Conexión multicanal	116
Figura 53.	Canales para mezcla 5.1	117
Figura 54.	Ventana de mezcla	118
Figura 55.	Calibración del sistema	119
Figura 56.	Ubicación espacial del sistema 5.1	119
Figura 57.	Ubicación por ángulos en el sistema	120
Figura 58.	Geometría de editor deniveles	127
Figura 59.	Página de programación en C SCRIPT	128
Figura 60.	Página de programación sonora en C SCRIPT	129
Figura 61.	Prime función asignada	130
Figura 62.	Modelo del tren	130

Figura 63.	Diseñando Textura A objetos	131
Figura 64.	Barreras invisibles	132
Figura 65.	Barreras invisibles	132
Figura 66.	Barreras invisibles	133
Figura 67.	Menú Videojuego	134
Figura 68.	Audios	135
Figura 69.	Método de exportación	135
Figura 70.	Opción de exportación	136
Figura 71.	Activación de un solo canal	136
Figura 72.	Programación dolby digital	137
Figura 73.	Importación de archivos	137
Figura 74.	Configuración	138
Figura 75.	Exportación en formato AC3	138

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Esquema de programación de comandos en .AC3	87
Tabla 2. Efecos de pasos para personajes del videojuego	106
Tabla 3. Efectos para la animación de elementos	107
Tabla 4. Efectos para otros personajes	108
Tabla 5. Efectos para acciones	108
Tabla 6. Fuentes Sonoras	109
Tabla 7. Sonidos para menú final	110
Tabla 8. Sonidos de efectos para ambientes	111

INTRODUCCIÓN

La industria de los videojuegos es hoy en día la más próspera entre los sistemas audiovisuales además de ser un creciente fenómeno social y económico de masas. La necesidad de la gente por nuevos conceptos de juegos interactivos permitiría hacia la tercera parte del siglo XX el desarrollo de procesadores de computación mas eficaces, que impulsaría la evolución del entretenimiento audiovisual por medios digitales, haciendo de este una forma de expresión; la revolución del arte gráfico y el desarrollo de una banda sonora para una industria innovadora, lucrativamente fructífera e impulsadora de creativos profesionales.

Actualmente en el mundo, el sonido de los videojuegos tiene dos métodos de reproducción de audio de mayor uso: Sonido 3D y sonido 5.1; si bien cada una de las técnicas tiene características propias, actualmente ambas presentan desventajas a nivel de realismo en el videojuego, especialmente el 3D al no recrear verazmente la espacialización y el punto de escucha del usuario dentro del tablero de juego.

En los últimos años la industria mundial de los videojuegos especialmente Estados Unidos y Japón, han desarrollado sonido 5.1 para sus proyectos sobre consolas como Play Station, Game Cube y X Box. Sin embargo, a pesar de que estas consolas manejan gran parte del mercado de los juegos de video, en América Latina la plataforma Microsoft Windows PC permite el desarrollo de juegos sobre motores de Render (Plataforma de programación para videojuegos) diseñados por profesionales nacionales en un mercado innovador de tecnología, que facilita la codificación del sonido en sistema 5.1

Sobre esta plataforma, y en conjunto con la empresa diseñadora visual del juego, este proyecto busca desarrollar la totalidad de la composición sonora basado en las posibilidades, características y alcances de la mezcla 5.1 en un producto interactivo.

El diseño sonoro parte de los elementos fundamentales del videojuego, como sonidos propios de personajes u objetos, música de fondo, sonidos ambientales entre otros. A los objetos del juego se les asignan sonidos según su naturaleza, basándose generalmente en los objetos reales capaces de emitir sonido.

Como producto final se obtendrá el diseño sonoro de la versión 1 de un videojuego que contenga las características descritas anteriormente, y puede incentivar a otras universidades e incluso industrias nacionales a pensar en promover una producción de videojuegos con diseño sonoro en 5.1 a nivel comercial.

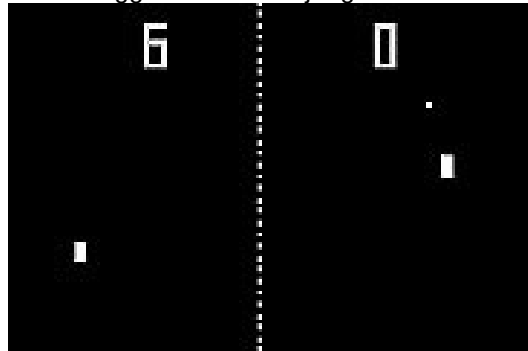
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

La historia de los videojuegos inicia en 1958, cuando el estadounidense William Higginbotham presenta en el Brookhaven National Museum una representación de un juego de tenis sobre una pantalla de televisión; el juego fue llamado Tennis for two y permitía a una pelota cuadrada rebotar al encontrarse con dos rectángulos considerados como jugadores. Bill Nighinbottham no tardó más de una semana en programarlo y aunque el invento llamó la atención de la gente, su inventor decidió no continuar con el juego, ni tampoco fue registrado legalmente.

A su vez, Steve Russell, estudiante del Instituto de la tecnología de Massachussets, creaba el juego Space War a partir de gráficas vectoriales. Ya hacia 1972 otro norteamericano, Nolan Bushnell funda la compañía Atari y patenta la idea de Higginbotham con el nombre de Pong (Ver figura 1). Y hacia 1975, aparece la compañía Magnavox Odyssey de Ralph H. Baer, y ambas se consideran como los primeros sistemas de videojuegos para el hogar de carácter comercial.

Figura 1. Higginbotha videojuego Tennis for two1958



Old pc games historia William Higinbotham

1.1.1 Arcade

Los arcade son las máquinas de videojuegos destinadas al ocio en sitios públicos; el término es inglés, aunque en español se conocen como arcadas o maquinitas. Estas son muebles con una pantalla, un joystick y botones; por lo general funcionan con monedas o con una tarjeta magnética prepagada.

El primer arcade fue creado también por Nolan Bushnelly en 1971, un año antes de fundar Atari; el juego se llamaba Computer Space y era para dos jugadores. Cinco años después aparece el primer videojuego a color, también perteneciente a la compañía Atari, llamado Indi 800 que permitía la participación de hasta 8 jugadores.

Hacia la década de los 90, los arcade estaban en su esplendor y era la forma más sencilla de mostrar el potencial gráfico e innovaciones en los videojuegos, desarrollándose así cabinas hidráulicas y simuladores aéreos. Otro uso del término arcade, se refiere a los videojuegos clásicos, o que evocan las máquinas homónimas.

1.1.2 Consolas

Las primeras consolas eran componentes electrónicos analógicos, con transistores y aproximadamente 40 diodos y carecían de memoria. Algunas de éstas traían hojas para llevar la puntuación y cubiertas de plástico para el marco del televisor con el fin de hacer más vistoso el videojuego. Aunque en un principio las consolas solo permitían reproducir el juego incorporado como fue el caso de Magnavox Odyssey (véase figura 2) y de Atari Pong, tuvieron aceptación entre el público por permitir llevar a casa una máquina de entretenimiento digital.

Figura 2. Magnavox Odyssey - Consola de video



History of Video Games, <<http://cseserv.engr.scu.edu>>

1.1.3 Japón

En Kyoto Japón Fusajiro Yamauchi tenía hacia 1889 una empresa fabricante de naipes para un juego japonés llamado Hanafunda, su empresa se llamaba Nintendo y hacia el año de 1940 las cartas para Hanafunda se vendían en los Estados Unidos, en donde se aliaron con Disney para poder añadir sus diseños a los naipes. Ya para 1975 junto a la compañía japonesa Mitsubishi, Nintendo sacó sus primeras consolas Tv Game 15 y Tv Game 16, y en 1980 se empezó a

distribuir las Game y Watch, las primeras consolas portátiles precursoras del Game Boy.

En 1985 Nintendo lanzó la consola Famicon con el juego Super Mario Bros. La consola Famicon tenía un motor gráfico de 8 bits, 52 colores, 2 kHz de memoria RAM. Con la consola Súper NES, Nintendo consiguió reproducir gráficos con un chip de 16 bits y un sistema primario decodificador de voces. La compañía Sony trabajaba para Nintendo desarrollando lectores de CD incorporados a las consolas de NES, para luego independizarse y lanzar en 1995 al mercado la PlayStation consola de 32 bits, y así siguió avanzando con la PlayStation 2 a la PlayStation 3.

A su vez la compañía SEGA desde 1965 presentaba consolas de 16 bits, hasta la actual SEGA Dreamcast que trabaja con 128 bits.

1.1.4 USA

En el año de 1952 A.C. Douglas de la universidad de Cambridge, creó el primer juego gráfico en una computadora. Fue una versión del juego triqui o tres en raya, como también es conocido; el juego estaba programado en una computadora tipo vacuum-tube EDSAC, por medio de un despliegue de tubos catódicos.

En 1972, la primera consola de juego de vídeo norteamericana comercial que sale al mercado para jugar en casa, es el Odyssey de la firma Magnavox diseñado por Ralph Baer; esta consola estaba programada con doce juegos distintos. Para 1976 se lanza la primera consola con sistemas electrónicos de microchip, llamada Channel F de la compañía Fairchild.

Hacia 1997 la compañía Microsoft, propiedad de Bill Gates, delega al diseñador de videojuegos Seamus Blackley la creación de una consola de juegos nueva que compita con Nintendo y Sony, y hacia comienzos de 2000 fue confirmado el proyecto con el nombre de The Xbox Project. La consola es lanzada finalmente el 15 de noviembre de 2001 en los Estados Unidos. La consola Xbox cuenta con 64 canales de audio que permiten reproducir hasta 256 voces simultáneamente, sistema de realce de audio 3D y codificador de audio AC3 para 5.1

1.1.5 Juegos de video en Latinoamérica y Colombia

Uno de los cambios mas importantes en las graficas fue entre 1994-1996 porque salieron las primeras consolas para el hogar que tenían gráficos 3D de alta calidad. Una de las primeras fue la 3DO de Panasonic que no tuvo mucho éxito.

A través de la utilización de la cámara móvil, se reafirma el desarrollo de la tecnología 3D, e interfaces como scroll de las ventanas, que se utiliza para trabajar con datos o moldear objetos. Esto es influencia de la estructura narrativa del cine.

En América latina la producción de videojuegos ha sido un poco mas lenta, pero a pesar de esto existen empresas dedicadas a este campo y con muy buenas proyecciones. En la parte sonora los videojuegos latinoamericanos han utilizado sistemas 2D y surround 3D, sin embargo, existen varias comunidades internacionales de creadores de juegos de video como es la Comunidad Latinoamericana de Desarrollo de videojuegos con sede en Puerto Rico, que entre otras labores, gestiona el conocimiento de nuevas tecnologías relacionadas con la programación de plataformas de juegos, así como la divulgación y el acceso de proyectos de toda Latinoamérica por medio de Internet.

En Colombia son contadas las universidades de iniciativa al sector de los videojuegos, más que todo el desarrollo de éstos es adelantado por estudiantes de áreas como diseño gráfico e ingeniería de sistemas. Entre éstas esta la Universidad Tecnológica de Pereira, en la que el sector estudiantil creó el GDA (Grupo de Desarrollo de Allegro), asociación creada con el fin de implantar una plataforma de creación de juegos sobre el lenguaje Allegro, quienes anualmente realizan el congreso GDA en esta ciudad.

Asociaciones particulares, en universidades como la Universidad Nacional de Colombia, están desarrollando juegos de video con gráficas e ideas innovadoras. Por otro lado, el Grupo GNU/Linux de la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán, tiene como misión promover el conocimiento, desarrollo, uso y divulgación del Software Libre aplicado a los videojuegos. Además, trabaja para crear y mantener una comunidad que conozca, use y divulgue esta tecnología.

Otra entidad es *vjuegos.org* ha buscado ser un punto de encuentro para todas aquellas personas de habla hispana interesadas en el desarrollo de videojuegos a nivel profesional.

En Medellín, Wizard 3D es otra de las empresas dirigidas a la creación de videojuegos, creando tanto juegos para celular como para PC en 2D y en 3D, sobre el lenguaje C++.

Funcionando como empresas dedicadas a este arte, se encuentra en Bogotá al grupo Loop y Jaguar Digital, éste último dirigido por Germán Hernández, profesor del Politécnico Gran Colombiano y tutor de un taller sobre programación de juegos. La empresa Jaguar Talleres S.A esta dedicada a la enseñanza y realización de videojuegos, es un portal de conexión entre grupos de investigación y empresas dedicadas al diseño y programación de los mismos.

Software & Graphics es una empresa caleña que funciona en el circuito de Parquesoft, una compañía que nació con el impulso del Parque Tecnológico del Software (Parquesoft) en Cali y que en la actualidad cuenta con producciones propias; ahora se encuentran co-desarrollando con la compañía norteamericana Artificial Studios un juego para PC llamado Monster-Manddnes.

Todas estas empresas colombianas desarrollan sus videojuegos en sistemas operativos como Windows y Linux, mientras que la parte gráfica y artística es desarrollada especialmente en 3D Max Studio, Maya, Softimage, LightWave, PhotoShop y hasta Painter. Y para construir los motores gráficos en tercera dimensión, software como Torque, Unreal Engine, Cry Engine y Reality Engine son utilizados comúnmente.

A pesar de estos esfuerzos por impulsar los videojuegos en Colombia, el desarrollo y diseño sonoro de los mismos ha sido escaso e inexistente, incluyendo la mezcla 5.1; limitándose a implementar algunos loops de librerías prediseñadas y música generada por computador por los mismos diseñadores gráficos o ingenieros de sistemas, o en el peor de los casos desarrollando el sonido en el extranjero.

1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad los videojuegos en Colombia, pasan por un momento de desarrollo, donde la aceptación a nivel comercial es muy baja por la introducción de consolas de juego extranjeras como el X BOX 360, el Play Station 2 y el Game Cube.

La mayoría de avances en los videojuegos nacionales han sido impulsados más por la parte visual dejando en segundo plano la parte auditiva. Esto ha mermado el interés comercial en productos propios y a su vez ha tornado más lento su desarrollo.

El campo de los videojuegos es muy apetecido por el público en general y por esta misma razón el nivel de exigencia va aumentando; por eso es necesario que el sonido tome un papel más importante dando un ambiente real a los juegos y haciendo que el usuario se involucre cada vez más en ellos.

Los videojuegos con 5.1 que predominan en nuestro país son importados. Es de aquí de este punto, en donde surge la pregunta ¿cómo realizar el diseño sonoro en 5.1 en un videojuego comercial?.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En los videojuegos, así como en las demás artes visuales (cine y televisión entre otros), la banda sonora representa una parte fundamental para transmitir el concepto creado por el diseñador gráfico y los creativos.

Es importante demostrar que en el país se pueden realizar propuestas interesantes e innovadoras de ésta índole, que ayuden a impulsar la creación de juegos de video que lleguen a la juventud, permitiendo una incursión de colombianos profesionales en sonido dentro de la industria.

El sonido en los videojuegos es tan importante como la imagen: captura al usuario dentro del ambiente del juego, provee de realismo a la acción y de fuerza a las escenas. El diseño sonoro y mezcla 5.1 en el país aun no ha tomado impulso y no ha sido aplicado a un proyecto de buena calidad audiovisual y elaborado por profesionales nacionales.

En Colombia se han desarrollado proyectos audiovisuales de muy buena calidad. Este proyecto adiciona un elemento sonoro clave como punto de partida para mejorar aun más los videojuegos, demostrando la capacidad que hay en el país para crear proyectos de mayor importancia.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General.

- Realizar el Diseño Sonoro para un videojuego comercial en 5.1

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar las técnicas utilizadas para la realización, programación y mezcla del sonido en los videojuegos.
- Determinar los sonidos de acuerdo a la ubicación, personajes y elementos utilizados en el videojuego.
- Realizar edición y mezcla en 5.1 acorde a las necesidades de la primera versión del videojuego.
- Implementar el diseño sonoro en el videojuego.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1 Alcances

- Tener como producto final de un videojuego llamado *1899 cuentos de guerra*, que sigue los parámetros comerciales de la industria, y que está complementado con un diseño sonoro en 5.1
- La producción del diseño sonoro a partir de la captura, edición y mezcla de sonidos, efectos y ambientes que al implementarlos al videojuego, expresen de manera fiel a la realidad, sensaciones y características requeridas, por la ubicación espacial, personajes y demás elementos del mismo.
- A partir del producto desarrollado incentivar a los ingenieros de sonido que consulten el trabajo, así como ingenieros de sistemas, estudiantes y profesionales de otras carreras, al trabajo interdisciplinario y específicamente a profundizar en la implementación de técnicas de sonido y diseño sonoro en videojuegos.

1.5.2 Limitaciones

- Disponibilidad suficiente de espacio y equipos para la grabación de música, edición y mezcla del sonido correspondientes al videojuego.
- Posibles dificultades de compilación en la programación del videojuego, especialmente en la incorporación del sonido.
- Disponibilidad de tiempo del ingeniero de sistemas.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Sonido

El sonido es la sensación en el órgano del oído, producida por el movimiento ondulatorio, debido a los cambios de presión en un medio elástico y generados por el movimiento vibratorio de un cuerpo sonoro.

Igualmente el sonido es el resultado de una perturbación que es propagada en un medio elástico como un cambio de presión en el aire. Esta tiende a expandirse a las regiones vecinas y así sucesivamente en forma continua hasta alcanzar al receptor.

2.1.1.1 Música. La música es la combinación de sonidos y silencios organizados artísticamente. En los audiovisuales ayuda a dar intención y a encaminar las escenas o las situaciones hacia el propósito.

La música se basa en el ritmo, la armonía y la melodía. Elegir o diseñar la música adecuada para determinado proyecto ayuda a que darle fuerza y dinámica.

- Ritmo. El ritmo musical es la sucesión regular de los tiempos fuertes y débiles, y la ordenación y proporción de los sonidos en el tiempo.

“Ritmo, flujo de movimiento controlado o medido, sonoro o visual, generalmente producido por una ordenación de elementos diferentes del medio en cuestión. El ritmo es una característica básica de todas las artes, especialmente de la música, la poesía y la danza. También puede detectarse en los fenómenos naturales”¹.

- Armonía. La armonía es la combinación de sonidos simultáneos con el fin de crear tres o más notas de diferente altura, tocadas simultáneamente.

¹ Definición tomada de la enciclopedia virtual ubicada en es.wikipedia.org/wiki/Ritmo

“Armonía es la ciencia musical que estudia los acordes, su estructura, la forma en que trabajan y su relación con la melodía”².

- Melodía. La melodía es una sucesión de sonidos en el tiempo, a partir de tonos y duraciones que forman estructuras o frases sonoras. “En música, una melodía es una serie lineal de sonidos no simultáneos, como sería en un acorde. Sin embargo, dicha sucesión puede contener cierto tipo de cambios y aún ser percibida como una sola entidad. Concretamente, incluye cambios de tonos y duraciones, y en general incluye patrones interactivos de cambio y calidad”³.

2.1.1.2 Registro. Es la acción de grabar un sonido en un medio magnético o digital. El registro permite la reproducción de un sonido posteriormente al momento de emisión original.

La música en el audiovisual está compuesta dependiendo de la intención y el contexto que se pretende trabajar, pero no solamente la música y los sonidos permiten obtener un trabajo óptimo, el registro de estos parámetros es tan importante como la parte musical.

2.1.1.3 Acústica. Es la rama de la física que estudia el sonido y los fenómenos relacionados con éste, su origen, naturaleza, propagación y penetración de los fenómenos sonoros.

- Psicoacústica. Estudia la percepción del sonido en humanos, la capacidad para localizar espacialmente la fuente, la calidad observada de los métodos de compresión de audio etc. Esta es una rama de la psicofísica que estudia la relación que puede existir entre el estímulo y la respuesta de interpretación del cerebro.
- Espacialidad sonora. Se denomina espacialidad sonora al proceso mediante el cual un sonido es manipulado para generar en el oyente la sensación de estar moviéndose en un espacio real o virtual.

² Conferencia N°1 sobre armonía moderna, Juan Carlos Padilla, pag 1

³ Definición tomada de la enciclopedia en línea es.wikipedia.org/wiki/melodía

“La espacialidad reúne al conjunto de condiciones y prácticas de la vida individual y social que están ligadas a la posición relativa de los individuos y los grupos, unos con otros. Un postulado fundamental de la geografía es que estas posiciones relativas (o situaciones geográficas) determinan, probablemente o en parte, la forma y la intensidad de las interacciones sociales. Éstas por su parte reconstruyen, deformando de manera gradualmente ascendente, las grandes estructuras del espacio geográfico.”⁴

2.1.1.4 Diseño sonoro. El diseño sonoro es el arte de producir el sonido para un audiovisual, con el fin de expresar por medio de los elementos sonoros un perfil emocional, creando la intención pretendida en el audiovisual por medio de la utilización de ritmos, dinámica, gramática sonora que sensibilice al espectador.

Con el diseño sonoro se pretende que los elementos auditivos resalten un fin emocional, psicológico y artístico, para ayudar a agregar a la historia un significado que facilite su desarrollo. El diseño sonoro se compone de diálogos, música, ambientes y efectos.

- Ambiente. Se entiende por ambiente a la suma de los elementos y condiciones naturales que son percibidos por el oído (ruidos presentes dentro del medio), este representa el entorno que se encuentra visualmente. Por otro lado, el ambiente es la suma total de todo lo que rodea y que afecta las circunstancias de las personas que se encuentran en ella.
- Música original. Es aquella donde se desarrolla motivos y patrones musicales que evocan una sensación en el contexto visual y cultural de un audiovisual. La música para un producto visual o musicalización, pretende crear unas características sonoras que interactúen con la imagen e infundan una dinámica particular en el audiovisual.
- Efectos. Son aquellos sonidos que se crean a partir de las características de los personajes y fuentes sonoras, que reflejan y complementan cada particularidad de los jugadores y de los enemigos, estos son desarrollados de acuerdo a cada uno de los lugares y acontecimientos que se quieran sonorizar, teniendo en cuenta la correspondencia de nivel sonoro y de

⁴ Definición tomada de la página http://hypergeo.free.fr/article.php3?id_article

reverberación en relación con la posición del usuario con respecto a la fuente sonora.

2.1.2 Imagen

Una imagen es una representación visual basándose en la luz y su efecto sobre la visión humana. Mediante técnicas artificiales de diseño, pintura, fotografía, video y es la representación de algo real o imaginario. Es una representación mental de lo real, que se puede representar con diferentes.

2.1.2.1 Audiovisual. Es la fusión entre lo auditivo y lo visual para producir un nuevo lenguaje, es lo que ayuda a crear nuevas realidades sensoriales. No solo esa la integración de lo visual y lo sonoro sino una complementariedad y contraste.

- Cinematografía. “Es la técnica consistente en proyectar fotogramas de forma rápida y sucesiva (24 fotogramas por segundo) para crear la impresión de movimiento”.
- Plano. Es la elección de la posición de la cámara para lograr la imagen que se quiere y el efecto que cause al proyectar la imagen.
- Escena. Es una parte del video, del corto, de la película, entre otros generalmente breve, que se desenvuelve en un escenario determinado.
- Banda sonora. La banda sonora es el conjunto final de sonidos, música, capas de ambientes y diálogos de un filme. También es llamada banda sonora a la música de las películas cuando es comercializada. Desde un punto de vista musical, se entiende como banda sonora original aquella música tanto vocal como instrumental compuesta expresamente para una película, cumpliendo como función la de potenciar aquellas emociones que las imágenes por sí solas no son capaces de expresar.
- Animación. “La animación es una simulación de movimiento producida mediante imágenes que se crearon una por una; al proyectarse sucesivamente estas imágenes (denominadas *cuadros*) producen una

ilusión de movimiento, pero el movimiento representado no existió en la realidad. Se basa en la ilusión de movimiento”⁵.

- Diseño visual. El diseño visual es aquel que analiza y transforma datos en estructuras visuales mediante el conocimiento de procesos perceptivos y cognoscitivos con el fin de generar sistemas de información que logren interactuar con el público a través de los procesos comunicativos.

2.1.3 Videojuegos

Un videojuego es un programa informático creado para divertir o educar basado en una recreación audiovisual. Éstos, están basados en la interacción entre una persona y una computadora. Los videojuegos emulan entornos visuales y sonoros, en los que uno o más jugadores controlan uno o más elementos del entorno con un fin específico. Los videojuegos son programados en software, para posteriormente ser guardados en algún medio de almacenamiento como (un cartucho (caja generalmente de plástico que alberga en su interior un chip para ejecutar un videojuego), una tarjeta, un disquete, un CD, etc.) El videojuego actúa por medio de un hardware que lo ejecuta.

2.1.3.1 Algoritmos. Los algoritmos son conjuntos o grupos de instrucciones que ayudan; Un algoritmo es un conjunto finito de instrucciones o pasos que se emplean para realizar una tarea o resolver una dificultad en un tiempo definido.

2.1.3.2 Lenguaje de programación. Es un sistema notacional para descubrir computaciones de una forma legible tanto para la máquina como para el ser humano.

El lenguaje de programación también se puede definir como una técnica de comunicación que permite interpretar y expresar instrucciones que son ejecutadas, definen un lenguaje informático y permite especificar sobre que datos la computadora debe ejecutar, como se deben transmitir.

2.1.3.3 Juegos en primera persona. Los juegos en primera persona son diseñados con un motor de juego que funciona como núcleo del sistema, separando y ordenando los gráficos, reglas de juego y niveles para darle su apariencia general al videojuego.

⁵ Definiciones tomada de la enciclopedia en línea: es.wikipedia.org/wiki/Cinematografía, es.wikipedia.org/wiki/Animación

De hecho, es una característica común de los juegos en primera persona que los jugadores y entusiastas sean capaces de crear sus propios niveles, Generalmente los videojuegos en primera persona son de un solo jugador, en el que orientado por una historia, permite un desarrollo a partir de elementos dramáticos del juego.

2.1.4 Sonido en videojuego

2.1.4.1 Formatos audio. Un formato de audio es un algoritmo que ejecuta un reproductor de sonido para decodificar un registro de audio. En un computador siempre que se esta trabajando con sonido, se esta trabajando con archivos de audio digitales, que pueden ser de diferente naturaleza o extensión.

Siempre que se quiera trabajar en el computador con audio, se debe digitalizar este, si esta en formato analógico.

2.1.4.2 Sistema de sonido. Hace referencia a la forma en que esta distribuido el sonido mediante altavoces o parlantes que facilitan o permiten su reproducción.

- Surround. Es el concepto que se refiere a la expansión de la imagen espacial de una grabación en dos o mas dimensiones, Se trata del uso de múltiples canales de audio para crear un efecto envolvente .
- Sistema 5.1. "5.1 hace referencia a la forma en que es distribuido el sonido. En este caso, 5 vías (conos de altavoz) que tratan de forma independiente un rango determinado de frecuencias. Cuando se trata de 5 vías se distribuyen del siguiente modo: central (emite sonidos medios o de voz), delantero izquierdo y derecho (emite sonidos de todo tipo, a excepción de los bajos), trasero izquierdo y derecho (emiten sonidos de ambientación). Por el último ".1" hace referencia al canal de subwoofer (emite todos los sonidos con frecuencias aproximadamente hasta los 100 Hz)"⁶.

2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO

En el año de 1982 fue creada la Ley 23 la cual se refiere a los derechos de autor, protección de obras literarias, científicas y artísticas. Esta ley fue dividida en 19 capítulos los cuales presentan las disposiciones generales, derechos morales y

⁶ Concepto tomado de la enciclopedia en línea: <http://es.wikipedia.org/wiki/5.1>

patrimoniales. El capítulo VII se refiere a las disposiciones específicas de derecho de autoría y coautoría de una obra cinematográfica o audiovisual; el artículo 94 manifiesta: “Sin perjuicio de los derechos de los autores de las obras adaptadas o incluidas en ella, la obra cinematográfica será protegida como una obra original”⁷. Entre los artículos 95 a 99 se refiere entre otros, a el autor de la música (se entiende como sonido en general).

El capítulo XII se refiere a los derechos conexos, entre los cuales son de importancia los artículos 168, 169 y 170; donde se expresa los derechos sobre una obra audiovisual de carácter colectivo:

Artículo 168.- Desde el momento en que los artistas, intérpretes o ejecutantes autoricen la incorporación de su interpretación o ejecución en una fijación de imagen o de imágenes y sonidos, no tendrán aplicación las disposiciones contenidas en los apartes b) y c) del artículo 166 y c) del 167 anteriores.⁸

Artículo 169.- No deberá interpretarse ninguna disposición de los artículos anteriores como privativa del derecho de los artistas, intérpretes o ejecutantes de contratar en condiciones más favorables para ellos cualquier utilización de su interpretación o ejecución.⁹

Artículo 170.- Cuando varios artistas, intérpretes o ejecutantes participen en una misma ejecución, se entenderá que el consentimiento previsto en los artículos anteriores será dado por el representante legal del grupo, si lo tuviere, o, en su defecto, por el director del grupo.¹⁰

Estos artículos son enfocados principalmente a las obras cinematográficas, aunque rigen a su vez para videojuegos ya que estos últimos no gozan de una intervención específica dentro de la constitución colombiana.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Sonido

⁷ Ley 23 de 1982, Cáp. XI Artículo 94, Constitución Política de Colombia.

⁸ Ley 23 de 1982, Cáp. XII, Artículo 168, Constitución Política de Colombia.

⁹ Ley 23 de 1982, Cáp. XII, Artículo 169, Constitución Política de Colombia.

¹⁰ Ley 23 de 1982, Cáp. XII, Artículo 170, Constitución Política de Colombia

Como se había definido anteriormente el sonido puede entenderse como un movimiento ondulatorio de tipo elástico que estimula el sentido del oído, la definición técnicamente hablando es mas precisa en el siguiente párrafo citado por el autor Clemente Tribaldos en 1993.

El sonido es la sensación percibida por el oído como resultado de variaciones rápidas de la presión en el aire. En términos físicos sonido es la vibración mecánica de un medio elástico gaseoso, líquido o sólido, a través del cual se transmite la energía de un modo continuo, desde la fuente por ondas sonoras progresivas. Cada vez que un objeto vibra o se mueve, una pequeña parte de la energía relacionada con este proceso se pierde, siendo radiada al medio como sonido.

“La acústica enseña que los sonidos presentes en el medio se producen a partir de un punto, de un foco que provoca un cambio en la presión normal del aire. Las moléculas reaccionan unas con otras propagándose las perturbaciones de presión en todas las direcciones en forma de ondas”¹¹.

En realidad el sonido es vibración de la materia, por otra parte el sonido define solamente las oscilaciones que puede dar lugar a una sensación auditiva en el oído humano por lo tanto puede considerarse constituido por los movimientos ondulatorios que se propagan con unos valores de frecuencia que oscilan entre los 16 y los 20.000 Hz, intervalo de frecuencia que constituye la denominada banda acústica.

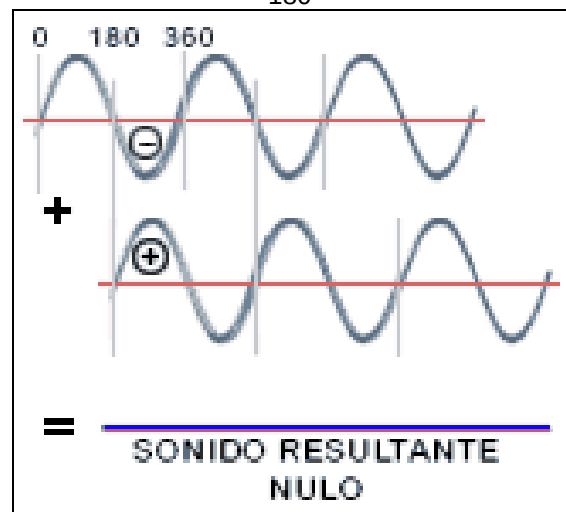
2.3.1.1 Onda sonora. Las ondas sonoras son aquellas producidas por el sonido y que se pueden presentar en un medio que tenga masa y elasticidad, las perturbaciones del medio las producen, ya que si una partícula es desplazada de su posición inicial esta debe volver a ella, pero esta partícula en su desplazamiento a las próximas partículas y estas sucesivamente haciendo que causen en el oído humano una sensación denominada Sonido. Ninguna de las partículas se propaga con la onda ellas se desplazan hacia la dirección de la onda y luego vuelven a su posición inicial, lo que se propaga con la onda sonora es la energía.

Las ondas sonoras se producen también como consecuencia de una compresión del medio a lo largo de la dirección de propagación.

¹¹ Sonido profesional, Clemente Tribaldos, editorial parafino s.a. pag 26 y 30

- Cancelación de fase. Cuando la onda sonora completa un ciclo se le denomina un valor de 360 grados y cuando lo inicia 0 grados, cuando dos ondas sonoras viajan en el espacio y se encuentran en un mismo punto pero una onda llega después de otra (atrasadas) se dice que están fuera de fase, si estas dos ondas tienen la misma amplitud y se encuentran retrasadas 180 grados se anulan o se da una Cancelación de Fase, esto se puede ver claramente en la Figura 3.

Figura 3. Cancelación de fase de dos ondas sonoras con misma amplitud punto de encuentro 180°



Curso de sonido, parámetros del sonido
<http://www.yio.com.ar/curso-sonido>

En sonido esto es muy importante en parámetros como la conexión adecuada de cables de altavoces, su mala conexión puede causar una cancelación de fase y el sonido no sería tan fuerte como debería ser.

En la Práctica la cancelación de fase se da cuando el sonido de un instrumento no solo ingresa por el micrófono correspondiente sino también por el de otro instrumento que por la diferencia de distancias toma el sonido fuera de fase.

2.3.1.2 Frecuencia. La frecuencia indica la velocidad de repetición de cualquier fenómeno que sea periódico; en este caso la frecuencia del sonido se puede definir como el número de oscilaciones por unidad de tiempo ($f = 1/T$)

Un ejemplo de frecuencia sonora se puede ver claramente en el siguiente apartado: “Si se imagina un pistón vibrando sinusoidalmente, el aire se comprime en sus proximidades y la compresión se propaga a lo largo del tubo con la velocidad del sonido. Después de media oscilación, el pistón se moverá en velocidad opuesta, lo que rarefacerá el aire propagándose la refracción a lo largo del tubo. La serie de compresiones y refracciones producidas por el movimiento del pistón constituirán una onda sonora cuya frecuencia esta determinada por la velocidad de la oscilación del pistón, así cuando la oscilación se repite, se dice que el movimiento ha completado un ciclo. Al número de ciclos por segundo se le denomina frecuencia f ”¹².

Existen las denominadas frecuencias altas, frecuencias medias y frecuencias bajas, las primeras son las que se encuentran entre los 2KHz y los 20 KHz que en determinado momento pueden llegar a ser molestas para el oído, las frecuencias medias están en el nivel medio del rango de audición, estas estan entre los 300Hz y los 20KHz y las ultimas las frecuencias bajas son aquellas que se encuentran en el rango de 20 Hz a 300 Hz.

Estas mas se pueden dividir en otras categorías, las frecuencias altas en 4 específicamente que son:

- Rango bajo: 2 KHz a 4 KHz
- Rango medio: 4 KHz a 6 KHz
- Margen superior: 6 KHz a 10 KHz
- Rango alto: 10 KHz a 20 KHz

En las frecuencias medias hay tres categorías:

- Gama inferior: 300Hz a 500Hz
- Rango medio: 500 Hz a 1 kHz
- Rango más alto: 1kHz a 2kHz

Las bajas en tres categorías:

- Rango más bajo: 1Hz a 50Hz
- Rango medio: 50Hz a 150Hz
- Rango más alto: 150Hz a 300Hz

2.3.1.3 El decibel. El decibel o decibelio es la unidad empleada para significar la relación entre dos magnitudes acústicas o eléctricas, es una unidad logarítmica es

¹² Sonido profesional, Clemete Tribaldos, editorial parafino s.a. pag 32

decir que es 10 veces el logaritmo decimal entre la magnitud a examinar y la de referencia. Esta Unidad es utilizada para medir la intensidad relativa de una señal, tal como potencia, voltaje, etc

2.3.1.4 Nivel de presión sonora (SPL). La presión sonora es definida como las variaciones de presión producidas por una onda sonora en su propagación a través del aire. El nivel de presión sonora es el que determina el nivel de sonido que se alcanza a percibir, este varía entre 0 dB dentro del umbral de audición y 120 dB umbral de dolor.

Normalmente se adopta una escala logarítmica y se utiliza como unidad el decibelio. Como el decibelio es adimensional y relativo, para medir valores absolutos se necesita especificar a qué unidades está referida. En el caso del nivel de presión sonora (sound el **dB_{SPL}** toma como unidad de referencia 1 microbar. Precisamente, las siglas las SPL hacen referencia al nivel de presión sonora (Sound Pressure Level).

Para medir el nivel de presión sonora se utiliza la fórmula:

$$L_P = 20 \times \log \frac{P_1}{P_0} = dB_{SPL}.$$

en donde

- **P₁** es la presión sonora instantánea.
- **P₀** es la presión de referencia y se toma como referencia la presión sonora en el umbral de audición, que son 20 microPa.
- log es un logaritmo decimal (en base 10, de ahí, decibelio).

Es decir, el nivel de presión acústica se expresa como 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica y una de presión de referencia determinada.

- Sonómetro. Este instrumento mide el nivel de presión sonora, el nivel de ruido que puede existir en un lugar determinado en un momento específico y trabaja con el decibelio.

El sonómetro es utilizado en muchos casos para medir contaminación acústica pero para ellos existen unos especializados en esto, ya que puede proceder

de diferentes fuentes sonoras. Las mediciones a realizar pueden ser manuales o programadas, para tomar la medición se puede disponer de lapsos de tiempo de hasta de un 1s.

El margen que hay entre el nivel de referencia y el ruido de fondo de un determinado sistema, medido en decibelios. En este caso rango dinámico y relación señal / ruido son términos intercambiables.

Los sonómetros tienen la opción de elegir un rango dinámico de amplitudes para conseguir una buena respuesta de señal – ruido, las tres posiciones mas comunes son 20-80 dB, 50-110 dB o 80-140 dB.

El sonómetro trabaja con 3 curvas de ponderación:

- **curva A** (dB_A). Mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano, Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma.
- **curva B** (dB_B). Su función es medir la respuesta del oído para intensidades medias.
- **Curva C** (dB_C). Mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. Es tanto, o más empleada que la curva A a la hora de medir los niveles de contaminación acústica.
- **Curva D** (dB_D). Se utiliza, casi exclusivamente, para estudiar el nivel de ruido generado por los aviones.
- **Curva U** (dB_U). Es la curva de más reciente creación y se utiliza para medir ultrasonidos, no audibles por los seres humanos.

2.3.1.5 Psicoacustica. La psicoacustica estudia la relación entre las propiedades físicas del sonido y las interpretaciones que el cerebro hace de ellas, la psicoacustica pretende determinar la forma como se relaciona la sensación producida por el estímulo con la magnitud física del estímulo; la capacidad de resolución del sistema para separar estímulos simultáneos y la variación en el tiempo de la sensación del estímulo. Los resultados de la psicoacústica se logran estadísticamente a partir de los experimentos realizados, es indispensable que estos últimos sean muy semejantes para poder sacar conclusiones.

Algunos métodos que se utilizan en la psicoacústica para tomar muestras son por ejemplo: Método de seguimiento, Método de ajuste, procedimientos adaptables, comparación de pares de estímulos, procedimiento si o no, estimación de magnitud y elección forzada de dos intervalos.

La psicoacústica también investiga el funcionamiento del sistema auditivo mediante la obtención de valores y escalas por medio de la realización de experimentos, pero también crea diseños que ayuden a explicar los resultados de los experimentos y del funcionamiento auditivo.

- Monofónico. Generalmente se le llama sonido monofónico al grabado y reproducido de audio por un solo canal de emisión. Un ejemplo claro de este sonido es utilizado por las estaciones de radio AM, este tipo de sonido no es tan utilizado como el sonido estereofónico, ya que es de una calidad mas baja, por que no se hace una separación de los sonidos.
- Estereofónico. La estereofonía es un sistema de emisión y reproducción de sonido, que permite oír perfectamente diferenciados en sus verdaderos tonos, los instrumentos que ejecutan una pieza musical, deforma que el oyente tiene la sensación de un relieve sonoro, para que la estereofonía exista, son necesarios dos micrófonos a los cuales sus señales sean amplificadas por distintos canales que alimentan un altavoz.

2.3.1.6 Enmascaramiento. El enmascaramiento se da cuando se encuentran dos sonidos y uno de ellos impide que el otro sea percibido, lo enmascara.

Un ejemplo claro de enmascaramiento se presenta cuando en un grupo musical, la dinámica de ciertos instrumentos impide percibir el sonido que está emitiendo cualquier otro, como lo cita el Ingeniero Carlos Savioli en su libro introducción a la acústica: “La experiencia muestra que las notas graves, sobre todo si tienen un nivel considerable, producen un efecto de enmascaramiento muy marcado sobre las notas agudas, mientras por el contrario, las notas agudas no enmascaran la graves. El enmascaramiento auditivo de una nota sobre otra es máximo, cuando el sonido enmascarante es aproximadamente idéntico al enmascarado. De manera general, todos los sonidos, sobre todo si son intensos, provocan un enmascaramiento considerable de todos los sonidos mas altos que aquel que enmascara. En consecuencia, los zumbidos o los ruidos de baja frecuencia serán fuentes de molestia considerable en la audición de la palabra o de la música, puesto que enmascaran casi la totalidad de la escala de frecuencias audibles”¹³.

¹³ C.E:A: - “apunte de acústica”. Buenos Aires

Existen dos tipos de enmascaramiento el simultaneo donde el sonido de prueba y el sonido enmascarador coinciden temporalmente, y el no simultaneo el sonido de prueba puede ser anterior (pre-enmascaramiento) o posterior al enmascarador (post-enmascaramiento).

2.3.1.7 Fuentes sonora. “La variedad de fuentes sonoras que se pueden encontrar en el campo del sonido y del ruido, es muy grande. Por ejemplo: los altavoces. La voz, los instrumentos musicales, las maquinas, etc. Se ha mencionado al ruido dentro del campo del sonido por ser uno de los agentes que mas problemas puede presentar en el momento de efectuar una grabación, diseñar un sistema de megafonía o radiodifundir una obra musical

Debido a que las características y los diagramas de directividad del sonido generado por las fuentes reales pueden variar considerablemente, describir cada tipo de fuentes en términos teóricos sería tedioso y complicado. Afortunadamente, muchas fuentes sonoras pueden considerarse con un buen grado de precisión, como una combinación de varias fuentes teóricas ideales tales como el monopolio o el dipolo”¹⁴.

2.3.1.8 Altavoces. Los altavoces son los que están encargados de reproducir sonido aumentado en intensidad, los altavoces son de gran importancia en el momento de mezclar, editar, masterizar una canción como lo afirma Enrique Carlos Perbáñez: “El monitoreo de el estudio arranca de puntos de vista subjetivos, en mayor medida que de reglas matemáticas o principios fijos. El proceso de la escucha esta en función del propio sistema de audición y del entramado de experiencias sonoras que cada individuo ha ido incorporando a lo largo de su vida.

Es valido decir que no hay dos percepciones iguales del mensaje sonoro. Esto lleva a la conclusión de que es muy difícil para alguien evaluar lo que el otro esta sintiendo frente a un programa musical determinado. Por otro lado, la calidad del sonido vendrá influida por el tipo de pantalla acústica que se emplee.

¹⁴ Sonido profesional, Clemete Tribaldos, editorial parafino s.a. pag 44

Así, los diferentes tipos de altavoces empleados para cada banda de frecuencia, el concepto activo o pasivo del sistema, van a influir en la percepción notablemente”¹⁵

Los altavoces son de gran importancia ya que son el único punto de la cadena de grabación donde la señal electrónica se vuelve audible, es el complemento de la función que cumplen los micrófonos.

2.3.2 Creación de música original

“El sonido es identificado según su característica físicas (principalmente reduciendo el volumen e incrementando la reverberación, entre otros), para esto se tiene en cuenta el como podría ser oído o identificado dentro de la película.

Regularmente se usan espacios juntos cuya relación fácilmente no puede ser presentada dentro del marco, y promover la identificación de los caracteres que han sido seleccionados cuidadosamente .

A diferencia de la secuencia del punto de audición, que a menudo se mueve del espectador al objeto, el punto-de-audición squence típicamente comienza con un lanzamiento de la fuente de sonido” ¹⁶

2.3.2.1 Micrófonos. Un micrófono es un elemento que tiene la capacidad de captar una señal acústica y convertirla en una señal eléctrica, para esto trabaja con transductores que se activan gracias aun tipo de energía recibida.

- Transductor. Los transductores se activan a partir de una energía recibida convirtiéndola en otro tipo de energía a la salida, convierte variaciones de presión en variaciones de señal eléctrica.

“El primer transductor acústico mecánico, consiste en una fina lámina denominada diafragma, que es la que logra establecer las diferencias de presión producidas a causa de la vibración y que después son transmitidas al segundo dispositivo, un transductor mecánico – eléctrico que transforma a las

¹⁵ Sonido profesional, Enrique Carlos Perbáñez, editorial parafino s.a. pag 531 y 532

¹⁶ Rick Altman: [Sound Theory/Sound Practice](#) page 251

vibraciones mecánicas recibidas en magnitudes eléctricas con características de onda similares a las recibidas”¹⁷.

2.3.2.2 Tipos de micrófonos. La construcción y diseño de micrófonos es muy compleja, pero existen gran variedad de ellos, las formas de agrupación de micrófonos son:

⊕ Según su TMA

- Resistencia variable (carbón)
- Piezoeléctricos (cerámicos)
- Electrodinámicos (Bobina y de cinta)
- Electrostáticos (condensador)
- Electret

⊕ Según su TME

- De presión Omnidireccionales (presión independiente de la frecuencia)
 - De Gradiente Bidireccionales o en ocho (la presión es proporcional a la frecuencia)
 - De presión y de gradiente: unidireccional, cardioide, hipercardioide y supercardioide
 - De cañón de interferencia
-
- Diagramas polares. Un diagrama polar es un dibujo técnico que refleja la radiación en que un determinado sistema capta o emite (radia) energía al espacio. Estas pueden ser, por ejemplo ondas de sonido o Radiación electromagnética.

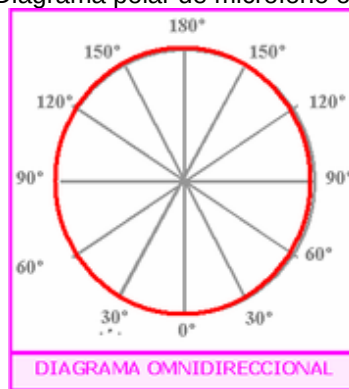
Entre otras aplicaciones, se utiliza en micrófonos y altavoces así como en antenas de todo tipo. Para ello, se representa el espacio como una

¹⁷ Sonido profesional, Clemete Tribaldos, editorial parafino s.a. pag 359

circunferencia y el modo en el que las ondas se disipan en el entorno que está representado en grados. Dependiendo de su directividad, se pueden diferenciar entre:

- ⊕ Omnidireccional. Son los que tiene igual sensibilidad respecto a la onda incidente sea cual sea el punto de emisión. Su diagrama polar se representa con un círculo cuyo centro coincide con el eje de las coordenadas ver Figura 4.

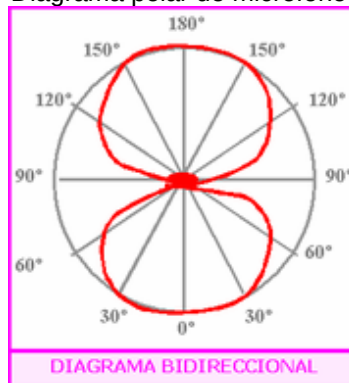
Figura 4. Diagrama polar de micrófono omnidireccional



Características de los altavoces
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Altavoz>>

- ⊕ Bidireccionales. Son aquellos micrófonos que reciben la presión por ambos lados del diafragma, teniendo su máxima sensibilidad entre los 0° y los 180 ° de forma que todos los sonidos que llegan procedentes de otras longitudes son atenuados. Su diagrama polar consiste en la típica forma de ocho ver figura 5.

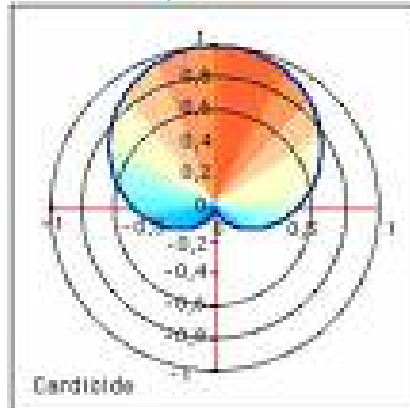
Figura 5. Diagrama polar de micrófono bidireccional



- ⊕ Cardioide. Resulta de la combinación de los principios de funcionamiento de los micrófonos de presión y de gradiente de presión y permite obtener otros tipos de diagramas polares intermedios, así, pueden ser cardioides ver figura 6, hipercardioides figura 7 y súper cardioides figura 8.

Los cardioides tienen aplicaciones muy convenientes cuando se trata de recibir un sonido muy determinado y amortiguan los producidos en su entorno. Su utilización es típica para grabación de baterías o en tomas de orquestas con gran número de elementos o en reportajes en exteriores.

Figura 6. Patrón polar de micrófono cardioide



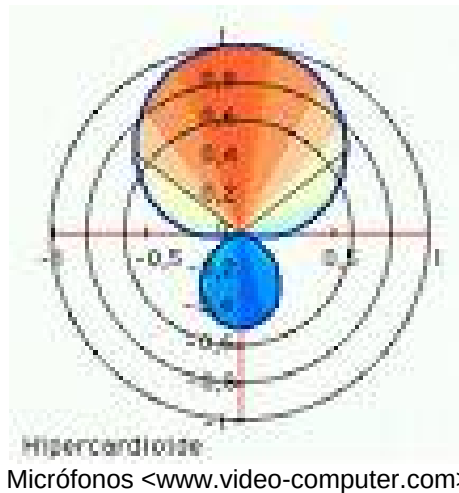
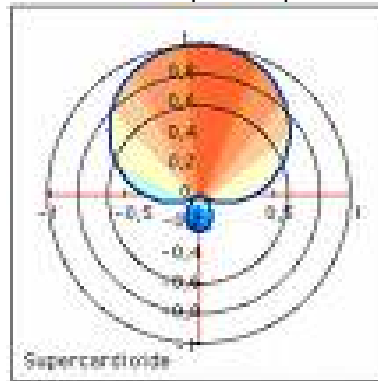


Figura 8. Patrón polar súper-cardioide



- Respuesta de frecuencia. Esta indica la sensibilidad microfónica a diversas frecuencias, la respuesta varía dependiendo de la frecuencia y de su ángulo de incidencia. Lógicamente, cuanto mas plana se su respuesta, mayor será su fidelidad .

En la parte práctica, no resulta fácil obtener un micrófono que sea plano en la respuesta de todas las frecuencias. Los micrófonos omnidireccional suelen causar problemas en su respuesta de altas frecuencias; los direccionales varían notablemente su respuesta en relación con su ángulo en los de gradiente de presión existe el problema típico del efecto de aproximación.

- Atenuadores. El ruido está compuesto por variaciones de amplitud o de frecuencia que se disfrazan con la onda principal, la mayoría de los ruidos tienen un patrón de frecuencia bien definido.

“Al margen del ruido intrínseco del micrófono, hay que añadirle otro tipo de ruido y es el producido por las partículas de aire al chocar con la membrana. La suma de estos niveles de ruido, omitiendo deliberadamente cualquier tipo de ruido parásito producido por causas ajenas al micrófono, como mala conexión o mal blindaje, son en estos momentos el mayor problema”

Para reducir el ruido, se utilizan los atenuadores o los filtros de ruido que pueden ser de diferentes tipos de acuerdo a la interferencia que se quiera eliminar, los micrófonos trabajan con filtros incorporados para los casos donde existe alto nivel de presión sonora.

2.3.2.3 Consola. “La consola de grabación sirve para combinar diferentes tipos de señales eléctricas juntándolas para obtener una definitiva en un determinado número de salidas, ya sea monofónica para mezclas estéreo, o cuatro para las mezclas de sistemas para sistema Dolby”¹⁸.

La señal eléctrica pasa por el micrófono, o por grabadores o por cualquier instrumento que genere una señal de audio y que ingrese en la consola. Estas señales llegan a la mesa con unos valores de tensión extremadamente pequeños, del orden de micro voltios, por lo que una de las primeras funciones de la consola será la de amplificarlas suficientemente para que se pueda trabajar con ellas.

Las consolas disponen de una sección de entrada, una sección de vúmetros que muestran los niveles con que se va a trabajar, una sección de envíos auxiliares que consiste en efectuar derivaciones de la señal que no afecten en absoluto la señal original, esto permite enviarlo a otras partes de la consola independiente de lo que este sucediendo con la señal, una sección de ecualización que es la que va dominada por un mando que determinará si entra en funcionamiento o si la señal pasará sin sufrir ningún tipo de modificación.

2.3.2.4 Interface. Una interface es el punto, el área, o la superficie a lo largo de la cual dos cosas de naturaleza distinta convergen. Por extensión, se denomina interfaz a cualquier medio que permita la interconexión de dos procesos diferenciados con un único propósito común.

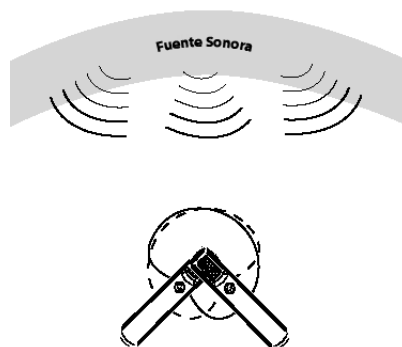
¹⁸ Sonido profesional, Clemete Tribaldos, editorial parafino s.a. pag 370 y 175

2.3.2.5 Grabación. La grabación es aquella en la que interviene un proceso previo de Conversión A/D (Analógica-digital) y, una vez que se obtiene la señal digital, ésta es grabada sobre un soporte. Lo que determina si se esta ante una grabación analógica o digital no es el soporte, sino por el tipo de señal grabada en él.

- Técnicas de grabación y microfonía. Las técnicas utilizadas para grabar instrumentos son las siguientes:
 - ⊕ Técnica x-y. Esta técnica se basa en ubicar un par de micrófonos uno sobre otro, preferiblemente cardioides, porque en esta configuración x-y rechaza todas las señales que son descendientes de la parte de atrás de los micrófonos; aumentar la distancia entre los pares coincidentes y la fuente hace que se capture mas reflejos del ambiente.

Como se puede observar en la figura 9 las capturas van a ser inversas el micrófono dela derecha va a capturar lo de la izquierda y el de la izquierda captura lo de la derecha, el ángulo con el que se puede trabajar esta entre los 60 a los 135, lo mas común es realizarlo a 90, porque dependiendo del ángulo se modifica el campo stereo.

Figura 9. Técnica de grabación x-y



Les microphones (IV)
Techniques de prise de son stéréo
<<http://fr.audiofanzine.com>>

- ⊕ Técnica Blumlein. Esta técnica trabaja con los patrones polares en figura de 8, que toman la señal igualmente por ambas caras rechazando las señales a 90 grados de los frentes de la cápsula ver figura 10.

Los dos micrófonos son orientados 90 grados uno sobre otro con los lados positivos hacia los lados izquierdo y derecho de la fuente que esta emitiendo el sonido; como cada micrófono tiene un rechazo total de señal a 90 grados se compensa su captura ya que el área de rechazo de uno es el área de mayor captura del otro y viceversa, la señal de cada uno es atenuada en 3 dB y cuando se combinan vease figura 10, adquieren una señal central, en esta técnica se reciben bastantes reflejos de la sala de grabación.

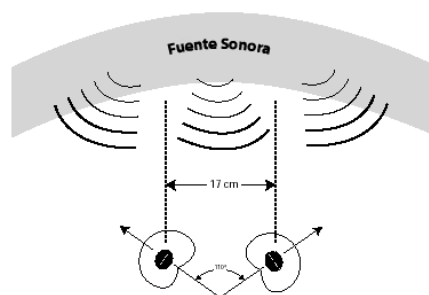
Figura 10. Técnica Blumlein



Les microphones (IV)
Techniques de prise de son stéréo
 [<http://fr.audiofanzine.com>](http://fr.audiofanzine.com)

- ⊕ Técnica ORTF. En esta técnica se ubican dos micrófonos cardioides separados por 17 cm a un ángulo aproximadamente de 110 grados como lo muestra la figura 11, esta técnica ofrece una imagen amplia de la captura, esta técnica imita un poco la recepción del oído humano, los retardos causados en esta técnica son un sentido de separación estéreo.

Figura 11. Técnica ORTF



Les microphones (IV)
Techniques de prise de son stéréo
 [<http://fr.audiofanzine.com>](http://fr.audiofanzine.com)

- ⊕ MS stereo. Un micrófono cardioide de primer orden y otro bidireccional en el mismo punto con un ángulo de 90° entre sus ejes creando una imagen estéreo a través de la llamada matriz MS esto está representado en la figura 12.

El sistema MS utiliza una cápsula cardioide como canal central y un microfono en el mismo punto, pero abiertos 90°, como el llamado canal ambiente. La señal MS no puede ser monitorizada directamente en un sistema izquierdo-derecho.

Figura 12. Técnica M –S estéreo



Técnicas de microfonía estéreo
<www.sonidoyaudio.com>

- ⊕ Estéreo Binaural. Dos micrófonos omnidireccionales colocados en los oídos de la cabeza de un maniquí creando una imagen estéreo.

La técnica de grabación binaural hace uso de dos micrófonos omnidireccionales que se colocan en los oídos de un maniquí. Estos sistemas de doble canal emulan la percepción del sonido, y proveen a la grabación de una importante información aural sobre la distancia y la dirección de las fuentes sonoras. Cuando estas grabaciones se reproducen con auriculares, la audiencia experimenta una imagen sonora esférica, donde todas las fuentes de sonido son reproducidas con la dirección espacial correcta.

Las grabaciones binaurales se usan a menudo para sonido ambiente o en aplicaciones de realidad virtual. En una mezcla, nunca está de más contar con una o varias pistas capturadas en "estéreo real", mediante el uso de esta técnica. De este modo, se cuenta con una referencia espacial realista que permita situar el resto de las pistas a partir de una "anchura" estéreo ya dada.

- Frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo indica el número de muestras por unidad de tiempo que son tomadas de una señal continua, para producir una señal discreta, durante el proceso necesario para convertirla de analógico a digital, el concepto de pablo iglesias simón es citado a continuación: “El muestreo consiste en la toma de muestras (voltajes)”de la señal analógica un número determinado de veces por unidad de tiempo, dichas muestras constituyen impulsos que son una representación de la forma de onda original. La frecuencia (número de muestreos por segundo) con la que se toma dichas muestras recibe el nombre de frecuencia de muestreo”¹⁹.

El señor H. Nyquist determinó que si la mayoría de frecuencia de una señal tuviera que ser muestreada, debería hacerse con una frecuencia de muestreo de por lo menos el doble de su frecuencia.

El audio usa normalmente cuatro frecuencias de muestreo que son: 32 KHZ, 44,056 KHz, 44,1 KHZ y 48 KHZ. La frecuencia de muestreo internacionalmente usada en el audio digital para emisión es la de 32 KHz ya que el mayor ancho de banda en la transmisión de radio es de 15 KHz., pero para grabación digital se usan 48 KHz 44,1 KHz.

- Edición. La edición se define como “todas aquellas operaciones que sirven para modificar el sonido. Estas alteraciones son de carácter muy diverso y comprenden tanto las que históricamente han venido siendo realizadas por procesadores de sonido (ecualización, reverberación, alteración del pitch, puertas de ruido, etc.) que se conectaban a las mesas de mezcla, así como otras muchas nuevas. Según esta definición, el proceso de reducción de ruido también debe ser considerado un procedimiento de edición. Así mismo por cuanto es una modificación de los sonidos, el proceso de mezcla también puede considerarse una edición. Por tanto se puede decir que la fase de edición se realiza de manera independiente en cada sonido que se procesa, todas aquellas modificaciones que son necesarias”.
- Mezcla. La mezcla es una unión de dos o más archivos para generar uno nuevo. “Se pueden mezclar diferentes archivos de sonido independientemente de si son estéreo o mono, sin embargo no conviene mezclar archivos de sonido de diferente formato, con una frecuencia de muestreo distinta a unos bits de cuantificación diferentes, ya que se

¹⁹ Posproducción digital de sonido por computadora, pablo iglesias simón 2002 pag 6

pueden producir multitud de errores o que los resultados no sean los deseados”²⁰.

- **Plugins.** Un plugin es una aplicación informática que interactúa con otra aplicación para aportarle una función o utilidad específica
- **Ecualización.** Aparatos electrónicos destinados a variar el nivel de un sonido en una región concreta del espectro de frecuencia. “La ecualización puede permitir en grandecer el sonido, hacerlo mucho mas redondo, con mas cuerpo y pegada, mas sutil y elegante, pero esto se dara por las necesidades de cada caso”.
- **Compresión.** La compresión se denomina al “proceso de reducción de ganancia que es mas o menos continuo” esta es utilizada en la mezcla para darle mas fuerza al track y para que la ganancia sea homogénea. Es encontrado también en los software de grabación, edición y mezcla como plugin.
- **Limitación.** La limitación es aquella que “responde a una brusca reducción de la señal”²¹, cuando existen señales no agradables para la mezcla que pueden saturar la señal, se utiliza la limitación.
- **Procesador de efectos.** El procesador de efectos es aquel que reúne varias funciones que añaden al sonido diferentes sensaciones, algunos son: delay, rever, chorus, flanger, entre otros.
- **Rever.** La reverberación es “una función que añade al sonido un efecto que hace que parezca que ha sido producido en un entorno físico concreto, esta consiste en la persistencia de un sonido en un espacio cerrado o semicerrado después de la interrupción de la fuente sonora, y se debe a los primeros reflejos del sonido que llegan al oyente”²². La reverberación depende fundamentalmente en un espacio real, del volumen del espacio, de la superficie de sus paredes y de su poder absorbente.

²⁰ Posproducción digital de sonido por computadora, pablo iglesias simón 2002 pags 35 y 36.

²¹ Sonido profesional, Clemete Tribaldos, editorial parafino s.a 1993 pag 183 y 342.

²² Posproducción digital de sonido por computadora, pablo iglesias simón 2002 pag 120.

- Paquetes de efectos. Los Efectos son aquellos sonidos que se crean a partir de las características de los personajes y fuentes sonoras, que reflejan y complementan cada particularidad de los jugadores y de los enemigos, además se desarrollan los efectos referentes a cada uno de los lugares y acontecimientos en el tablero como son las fuentes de agua, lámpara de aceite, puertas y objetos interactivos, transeúntes, caballos, fuego, etc. Teniendo en cuenta la correspondencia de nivel sonoro y de reverberación en relación con la posición del usuario con respecto a la fuente sonora.

“Un mismo sonido puede representar la parte física y el significado emocional de un objeto. Es importante sobreponer el realismo emocional sobre el físico de la escena. El sonido refleja el humor del cuento y los sentimientos del mismo.

Peckinpah's *Straw Dogs*, incluye cañonazos y vidrios rotos también. Peckinpah utiliza aún el realismo emocional para elevar los sentimientos primitivos de la escena. En una parte los gritos estridentes de niños dan a la iglesia una imagen social y una calidad perturbadora”²³

Los efectos en el videojuego pueden dar un realismo emocional a los tableros y a las escenas para que el jugador se involucre aún mas dentro del rol, esto se logra con una buena fabricación y ubicación de los efectos sonoros a utilizar.

2.3.3 Mezcla y perspectiva

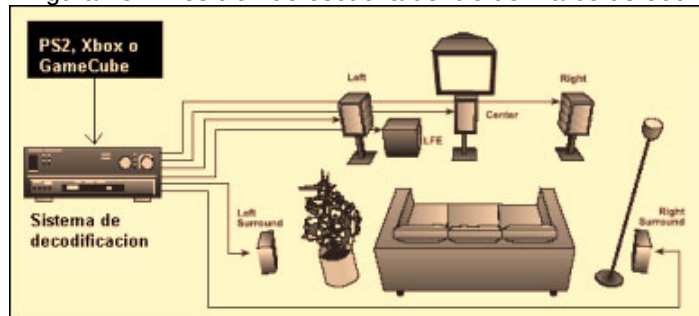
La mezcla sonora permitirá a partir de algoritmos, situar los efectos sonoros con respecto a la posición de escucha dentro de un marco de 360° (ver figura 13), tanto de elementos visibles como de aquellos que se encuentran fuera del campo visual, permitiendo así, crear en el usuario mayor tensión y realismo en el transito y en el combate. Se posicionarán los ambientes y la música en el campo sonoro tridimensional, considerando las percepciones psicoacústicas que eviten discordancias, confusiones o enmascaramientos creados por la interacción de varios sonidos simultáneos.

“El sonido 5.1 es un arte determinada, ya que debe cumplir con ciertos requisitos para que sea mezclado tanto como escuchado. El uso del subwoofer busca

²³ www.filmsound.org Emotional Realism.

separar el manejo de las frecuencias bajas, permite la reducción en tamaño y en coste de los demás altavoces, además de reducir la distorsión resultante del sistema”²⁴

Figura 13. Posición de escucha dentro de marco de 360°



Introducción a Sonido en video Juegos (1ª parte)
por José Luis Fernandez Fasani

En muy raras ocasiones en el hogar se tiene un sistema 5.1 bien configurado, por sus posiciones, las condiciones acústicas y respuesta del sistema, en los cinco parlantes de rango completo es importante que sean de igual respuesta en frecuencia ya que esto puede producir un campo difuso, por esto los parlantes deben producir la mas mínima distorsión.

“Los monitores frontales y los surround (L, C, R, Ls, Rs) deben mantener la misma distancia con respecto al punto de escucha, debiendo ubicarse al monitor central en línea recta con dicho punto, es decir con el eje del sistema de referencia o 0°. Con la referencia establecida por el monitor central, los altavoces L y R se ubicarán horizontalmente a 30 grados del eje y los monitores surround a 110°-120° del mismo. La altura debe ser la misma para todos estos monitores (recomendación 1,2m)”²⁵

En cuanto a la ubicación de subwoofer hay que tener en cuenta que varia según la sala de cine, o cuartos donde este ubicado el sistema, si el cuarto es simétrico la posición recomendable que el monitor vaya en forma asimétrica.

El canal central del 5.1 por lo general se utiliza para diálogos ya que este es mono y no tiene mucha utilidad musical. Por otro lado el punto de escucha del espectador no tiene una regla general ya que no se pude ubicarlo en un punto fijo porque este tiene la posibilidad de desplazarse por la sala, y escuchar la mezcla,

²⁴ Introducción al sonido en videojuegos (1ª parte), José Luis Fernández Fasani.

²⁵ Introducción al sonido en videojuegos (1ª parte), José Luis Fernández Fasani.

Alan Parsons decía que prefería trabajar la mezcla como cuatro sistemas estéreos independientes equidistantes y dejar que el oyente elija el ángulo de audición que le plazca.²⁶

2.3.4 Imagen

Por esto la imagen y el sonido se juntan para sintetizar información y crean un nuevo lenguaje, que se denomina lenguaje audiovisual. Actualmente el cine no se basa en lenguaje de la imagen únicamente sino en lenguaje audiovisual. La importancia y el papel del sonido es tanta como la importancia de la imagen y un descuido, una falencia o una falta de planteamiento en el sonido será tan imperdonable como un descuido o una impremeditación en la fotografía.

2.3.4.1 Audiovisual. “El término audiovisual significa la integración e interrelación plena entre lo auditivo y lo visual para producir una nueva realidad o lenguaje”²⁷. El audiovisual tuvo sus inicios en los años 1930 por la aparición de el cine sonoro en Estados Unidos, pero tuvo énfasis en 1950 en Francia.

En una película el sonido y la imagen se puede manejar de tres formas, la primera por superposición, la segunda de manera pasiva y la tercera por oposición.

La primera es cuando las dos se apoyan para decir lo mismo, la segunda es cuando el sonido es imperturbable ante la imagen, y la última esa cuando las dos expresan dos cosas que se contraponen. Estas tres formas ayudan a marcar el ritmo cinematográfico, dando la intención que se desea, acelerando la secuencia, aumentando el suspenso entre otras.

2.3.4.2 Frames. El frame es una imagen independiente, “una sucesión de frames compone una animación. Esto viene dado por las pequeñas diferencias que hay entre cada uno de ellos que producen a la vista la sensación de movimiento”²⁸.

La frecuencia es el número de frames por segundo que se necesitan para crear movimiento. Su fórmula es la siguiente:

$$\text{frame} = 1 / T_s$$

²⁶ Introducción a la mezcla multicanal, Ángel diego Merlo.

²⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/Audiovisual>

²⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/Frames>

Se expresa en "frames" por segundo (fps) o en hercios (Hz). Para conseguir que el sistema visual humano vea movimiento hay que tener en cuenta que:

- Para no observar parpadeo se ha de tener una frecuencia de frame < 50 Hz.
- La discontinuidad de movimiento tiene una frecuencia de frame < 12–15 Hz.
- Las frecuencias de frame de algunos de los sistemas más conocidos son las siguientes:
 - Cine mudo = 16–18 Hz.
 - Cine = 24 Hz.
 - TV Europa (PAL&SECAM) = 25 Hz.
 - TV USA & Japón (NTSC) = 29,97 Hz.

2.3.4.3 Ambientes. “En una película el ambiente esta relacionado con el sonido de fondo que acompaña a una escena, el ambiente se da por efectos sonoros que proporcionan un espacio acústico alrededor del los diálogos”²⁹.

Para recrear las escenas se emula el ambiente característico de los exteriores y de los interiores, enfatizando en la sonoridad típica del campo abierto en la altiplanicie (animales, viento, plantas, bulla), texturas del terreno, ya sea baldosa, empedrado o pasto; programando automatizaciones de efectos como reverberación y ecualizaciones sobre los espacios en los que esto se requiera, para dar mas riqueza a la animación.

2.3.5 Videojuegos

2.3.5.1 Diseño visual. Una característica especial del diseño visual es el cuadro rectangular para representar la pantalla, a diferencia de la fotografía que demarca en la acción visible, en las interfaces de videojuego se propone explorar un poco mas allá de lo que se observa, esto se logra por los desplazamientos laterales en las ventanas.

²⁹ www.filmsound.org/Ambience.

Algunos de los videojuegos en especial los de la década de los 90 incorporan elementos del lenguaje cinematográfico, como son: prologo del videojuego (Stars Wars), el uso exclusivo de los ángulos de la cámara y profundidad de campo (Need For Speed), puntos de vista dinámicos (Metal Gear Solid), manejo de luz (Puppel Motel), superposición digital de actores en escenarios 3D.

2.3.5.2 Programación. La programación es la creación de un programa de computadora. “Éste consiste en un conjunto concreto de instrucciones que una computadora puede ejecutar, e programa se escribe en lenguaje de programación aunque también se pueda escribir directamente en lenguaje de máquina, con cierta dificultad.

La programación paralela es una técnica de programación basada en la ejecución simultánea, bien sea en un mismo ordenador (con uno o varios procesadores) o en un cluster de ordenadores, en cuyo caso se denomina computación distribuida. Al contrario que en la programación concurrente, esta técnica enfatiza la verdadera simultaneidad en el tiempo de la ejecución de las tareas.

Los sistemas con multiprocesador y multicomputadores consiguen un aumento del rendimiento si se utilizan estas técnicas. En los sistemas monoprocesador el beneficio en rendimiento no es tan evidente, ya que la CPU es compartida por múltiples procesos en el tiempo, lo que se denomina multiplexación o multiprogramación”³⁰.

2.3.5.3 Lenguaje. Entre los lenguajes de programación de juegos están principalmente C++, visual Basic, y para creación de juegos están los motores: game makers como gamestudio, algunos lenguajes de programación son los siguientes:

- KPL: Facilita la programación de videojuegos, con buenas gráficas y sonidos
- Panda 3D: Engine 3D gratuito usado en la creación de ToonTown por Disney. (Python, C++)
- FreeWorld3D: Programa para la creación de terrenos y mundos 3D en tiempo real

³⁰ <http://es.wikipedia.org/programacion>

- JClic: Conjunto de aplicaciones informáticas para poder realizar rompecabezas, asociaciones, ejercicios de texto, palabras cruzadas, y muchas otras actividades educativas (JAVA)
- The Nebula Device: Engine 3D multiplataforma para la programación de juegos en C++ (Open Source)
- PPTactical Engine: Pequeño sistema para la creación de juegos de estrategia en tiempo real (RTS)
- The Lost Realm of Anoria: Open source 3D engine para crear juegos multijugador RPG o juegos similares
- 3D Adventure Studio: Editor y engine dedicados para la creación de juegos de aventura en 3 dimensiones
- Antiryad Gx: Creador de juegos 3D para diferentes plataformas, incluyendo win, linux, mac, PS2, Xbox, etc
- PlayBasic: Lenguaje para la programación de juegos basado en BASIC, pero mas simple todavia. (comercial)
- The 3D Gamemaker: Podras crear juegos 3D basados en plantillas modificables sin programación. (comercial)
- Ren'Py: Sencillo lenguaje de programación para la creación de juegos con estilo de novelas visuales
- Cube 3D Engine: Open Source multiplayer y single player con opción de editar la geometría, mapas y demás elementos interactivos
- Reality Factory GCS: Creador de juegos 3D basado en el engine Genesis 3D (open source)
- Jamagic: Herramienta para la creación de juegos 3D con soporte 2D (comercial)
- Crystal Space: Sistema de desarrollo para juegos 3D escrito en C++
- Cosmos Creator: Engine 3D y modelador de videojuegos (comercial)
- 3D GameStudio: Muchos juegos 3D comerciales han sido realizados con este programa (comercial)

- 3Impact: 3DRad evoluciono a este nuevo engine para la creación de videojuegos.

2.3.5.4 Compilación. El programa escrito en un “lenguaje de programación (comprensible por el ser humano, aunque se suelen corresponder con lenguajes formales descritos por gramáticas independientes del contexto) no es inmediatamente ejecutado en una computadora. La opción más común es compilar el programa, aunque también puede ser ejecutado mediante un intérprete informático.

El código fuente del programa se debe someter a un proceso de transformación para convertirse en lenguaje máquina, interpretable por el procesador. A este proceso se le llama compilación.

Normalmente la creación de un programa ejecutable con lleva dos pasos. El primer paso se llama compilación. El segundo paso se llama enlazado se junta el código de bajo nivel generado de todos los ficheros que se han mandado compilar y se añade el código de las funciones que hay en las bibliotecas del compilador para que el ejecutable pueda comunicarse con el sistema operativo y traduce el código objeto a código máquina. Estos dos pasos se pueden mandar hacer por separado, almacenando el resultado de la fase de compilación en archivos objetos para enlazarlos posteriormente, o crear directamente el ejecutable con lo que la fase de compilación se almacena sólo temporalmente.

2.3.5.5 Código. Es el sistema de signos y reglas que permiten formular y comprender un mensaje.

2.3.5.6 Vectores. Este se utiliza en Física para describir magnitudes tales como posición, velocidades, aceleraciones, fuerzas, Momento lineal, etc. En las cuales es importante considerar no sólo el valor sino también la dirección y el sentido.

Se representa por un segmento orientado para denotar su sentido véase la figura 14 (sentido de la flecha) su magnitud (la longitud de la flecha) y el punto de donde parte. Para este tipo de vectores (generalmente bi o tridimensionales) se definen módulo, dirección y sentido.

Figura 14. Vector que representa dirección y sentido

$$S \circ \xrightarrow{v = \overrightarrow{ST}} T$$

Los vectores <<http://es.wikipedia.org/wiki/Vector>>

2.3.6 Sonidos en los videojuegos

El diseño sonoro en videojuegos se realiza a partir de Space Invaders en 1978; en los elementos principales que forman parte del sonido de un videojuego están, los sonidos propios, los cuales identifican a los personajes que se encuentran en la escena, por esto son monofónicos y son ubicados dependiendo de la ubicación del personaje y las fuentes que se encuentran a su alrededor.

La banda sonora o la música de fondo, que por lo general es estereofónica. Y lo sonidos ambientes que caracterizan los lugares representativos del videojuego.

La implementación del juego se basa en el motor de juego, el cual es en principio un conjunto de librerías de software, entre las cuales se incluye un motor 3D gráfico utilizado para codificar la animación interactiva, un motor de sonido que incluye la síntesis sonora, funciones de efectos y espacialización, además de librerías específicas tales como motores de inteligencia artificial o motores de físicos utilizados para estimular distintos objetos en un juego.

A estos objetos se le asignan los sonidos según su naturaleza, basándose en los objetos reales, las fuentes sonoras se distribuyen en un espacio de tres dimensiones o en cinco. Los sonidos son procesados por algoritmos que deben tener en cuenta la posición del oyente y las fuentes cercanas a este, la propagación de las ondas sonoras por rayos o wavetracking (sonido directo, reflexiones de primer, segundo orden).

Una tarjeta común, permite la reproducción entre 32 y 64 voces simultáneas, con las cuales es posible reproducir entre 16 y 32 voces en estéreo respectivamente. Mientras más voces estén disponibles, será posible reproducir una mayor cantidad de sonidos a la vez. No hay que confundir los conceptos de Voz y de Nota. Una tarjeta de 32 voces puede no ser capaz de reproducir 32 instrumentos a la vez, sino de reproducir 32 notas a la vez. Por ejemplo en el caso de una guitarra, que consta de 6 cuerdas, lo común será que utilice 6 voces.

Las tarjetas de sonido utilizan chips procesadores de señales digitales o DSPs dedicados o chips ASP (Advanced Signal Processors), para generar efectos tales como reverberación, ecos, chorus, etc, de gran calidad.

2.3.6.1 Formatos de audio.

- Formato .AAC. Codificación estándar para el patrón MPG-2. En teoría, almacena más que el MP3 en menos espacio, este es el formato de Audio que utiliza Apple para los archivos de audio que reproduce el IPOD y que pueden comprarse a través de Internet.
- Formato .WAV. Desarrollado por Microsoft e IBM. Los archivos de audio guardados en el formato de sonido Microsoft tienen esta extensión. Su soporte de reproducción es uno de los más importantes pues funciona en cualquier aplicación Windows y en equipos domésticos comunes con reproductor de Cd's.
- Formato .AU. Se utiliza en archivos de sonido con sistema Unix de Sun Microsystems and NeXT, la extensión AU viene de Audio, y también funciona como estándar acústico para el lenguaje de programación JAVA.
- Formato .WMA. Es la abreviación de Windows Media Audio. Es la Versión de Windows para comprimir Audio. No solo reduce el tamaño de archivos grandes, sino que también se adapta a diferentes velocidades de conexión en caso de que se necesite reproducir en Internet en Tiempo Real.
- Formato .MID. Por sus siglas en inglés, quiere decir instrumento musical de interface digital. Trabaja especialmente con dispositivos como sintetizadores. Por el tamaño resultante que ofrece su compresión, este formato es muy usado para reproductores que necesitan combinar archivos de audio y video.
- Formato .MP3. El mp3 (Mpeg layer 3) es un codec de audio de compresión: 11 a 1. Pierde calidad de sonido en bitrates normales o incluso, en un archivo mp3 del máximo bitrate sacado de un disco de vinilo, puede tener mayor calidad de sonido que un archivo de CD. El bitrate es una especie de escala del tipo de compresión. A menor bitrate de compresión de un archivo, más datos se eliminan y menos ocupa el archivo, pero naturalmente peor se escucha.
- Ac3 Codecs 0.68b. Estos codecs son los utilizados para reproducir y crear archivos de audio en el sistema Dolby Digital AC3.

El Dolby Digital 5.1, llamado técnicamente AC3 incorpora 5 o seis canales independientes de sonido. Cada canal es independiente para cada altavoz y reproduce todo tipo de frecuencias, menos el LFE. Incluye características como soporte de salida multicanal, soporte de compresión de rango dinámico (DRC), control de nivel de ganancia, información de la cadena de bits, descompresión de DolbySurround/ProLogic/ProLogicII.

- OGG Ogg Vorbis es un códec de código abierto y con patente gratuita que puede rivalizar con códecs comerciales como AAC, MP3Pro y VQF y que sobrepasa a MP3 y WMA audio. Ogg audio puede guardar una gran calidad a bajos bitrates, menores que MP3, lo que significa que tienes más espacio para el vídeo.

2.3.6.2 Juegos en primera persona. Este tipo de videojuegos, habitualmente requieren de un ordenador de alta capacidad y una tarjeta de gráficos adecuada (por encima de 256 kHz) para poder representar fielmente los gráficos 3D. Los juegos en primera persona tanto visual como sonoramente son en perspectiva subjetiva, generalmente con el fin de eliminar enemigos utilizando armas.

2.3.7 Surround

El sonido Surround se refiere al uso de múltiples canales de audios para provocar efectos envolventes a la audiencia, ya sea proveniente de una película o de una banda sonora.

El surround se puede conseguir mediante la colocación física de un conjunto de altavoces o introduciendo efectos al procesar la señal, de modo que produzcan una percepción psicoacústica de 3D.

La forma más simple de surround es lo que se conoce como formato estéreo 3/2. La norma ITU-R BS 775-1 es el estándar emitido por la ITU (International Telecommunications Union) para colocación de altavoces para lograr una respuesta óptima cuando se usa un formato stereo 3/2.

El formato stereo 3/2, lo componen un total de 5 altavoces:

- Canal central. Situado en una posición central con respecto al canal izquierdo y derecho, en el mismo eje se encontraría el sweet pot (punto adecuado en el que supuestamente se encuentra el oyente).
- Canal izquierdo y canal derecho. A una distancia de 30°, con respecto al eje central que va del canal central al sweet pot. Es la misma posición que ocupan en el formato estéreo 2/0, por lo que mantiene la compatibilidad. En algunas ocasiones, pueden angularse aún más, pero como máximo hasta los 35°).
- Canales traseros. Colocados en un ángulo de 110° con respecto al eje central. son los que permiten hablar de sonido envolvente, sin ellos, sería formato estéreo sin más.

Los canales surround no presentan demasiadas exigencias en cuanto a su colocación, pues la percepción humana no es muy buena cuando se enfrenta a sonidos procedentes desde la parte posterior.

Para poder crear correctamente la imagen sonora, el oído debe recibir la información procedente de cada uno de los 5 canales al mismo tiempo, por ello, los altavoces deben estar situados equidistantes con respecto al sweet pot. Esta equidistancia se logra considerando el sistema como un círculo imaginario, de modo que, la distancia del altavoz, con respecto al sweet pot, sea un rayo de la circunferencia imaginaria.

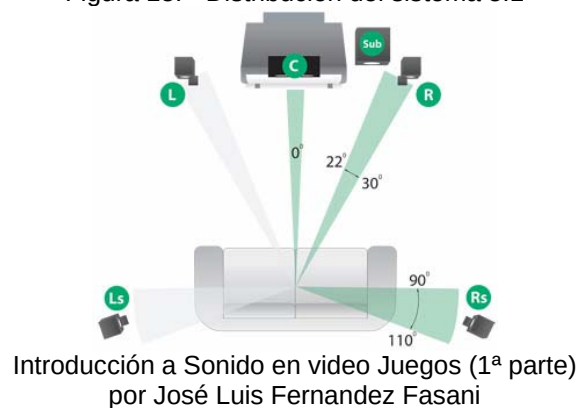
2.3.8 Sistema 5.1

El 5.1 es usado en la mayoría de películas cinematográficas, es transportado como una salida de datos digitales codificados de alta calidad, y realismo; este proporciona al espectador una real experiencia audiovisual.

Las tecnologías de codificación incluye Dolby Digital, DTS, MPEG y AAC – el Dolby Digital es el estándar universal para DVD, junto al MPEG en Europa, adicionalmente se incluye el DTS y, para aplicaciones de bajos flujos de datos, el AAC.

El 5.1 usa altavoces frontales izquierdo, central y derecho, dos altavoces envolventes posteriores izquierdo y derecho, y un canal de efectos de baja frecuencia LFE "0.1" todos posicionados discretamente para que el sonido se pueda localizar de una forma más exacta. Los dos canales posteriores son de ancho de banda completo y permite al productor crear un ambiente envolvente más realista. El canal LFE proporciona sonidos extras muy graves, añadiendo un fuerte impacto real para efectos especiales, como explosiones, esta distribución se puede ver en la figura 15.

Figura 15. Distribución del sistema 5.1



2.3.9 Técnicas 5.1

Los micrófonos cuadrafónicos, "registran sonidos en una perspectiva de 360-grados, tienen cuatro elementos del micrófono en una sola unidad. Típicamente, una cápsula superior contiene dos elementos y recoge el sonido que viene de la izquierda-frontendal y derecha-posterior. Otra cápsula, montada debajo de este, recoge sonido del derecha-frontendal y izquierda-posterior. Éstos se graban en cuatro pistas de audio separadas"³¹.

Durante la post-producción las cuatro pistas de audio alimentan a una computadora, se mezcla con pistas de música y efectos para desarrollar un efecto completo de sonido envolvente.

2.3.9.1 Realización de edición y mezcla en 5.1. Para la captura de sonidos en 5.1 para dramáticos, videos o videojuegos hay que grabar los máximos elementos por separado, así, se flexibilizaran la posición de las voces y efectos en la mezcla final, aunque los diálogos generalmente se posicionaran en el canal central,

³¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/5.1>

desplazándolos ligeramente a un lado u otro, dependiendo de la posición en pantalla. Hay que tener en cuenta la mezcla en estéreo, para que no se desvíe más de lo normal y rompa la estructura audiovisual.

“Para grabar eventos en directo, como los ambientes se necesitan varios micrófonos adicionales para conseguir que el espectador se encuentre inmerso en el espectáculo. Se colocarán dos micrófonos frontales para crear la perspectiva frontal, con los comentarios aplicados al canal central.

Para grabar un concierto de música clásica, se usarán varios micros frontales para capturar una imagen sonora frontal de la orquesta, incluyendo el canal central y se podrán usar micros adicionales para capturar la reverberación del recinto (incluidos los asistentes) que serán reproducidos por los altavoces posteriores para añadir realismo a la banda sonora”.

2.3.9.2 Mezcla. Las mezclas en 5.1 para emisiones se suelen distribuir utilizando codificadores Dolby E, que permite codificar todos los canales de audio, usando sólo dos pistas. Esto simplifica la distribución usando la estructura estándar estéreo.

“Técnicamente, las dos primeras pistas se usan, convencionalmente, para la mezcla estéreo o para la matriz surround. Las otras dos pistas se usan para poner la mezcla 5.1 codificada en Dolby E. Como el rango dinámico de la mezcla 5.1 es muy elevado, se comprime la información acorde a un flujo de datos estandarizado y que guarda una relación entre el número de canales y la tasa de flujo, generalmente entre 384 y 448kbs”³².

2.3.9.3 Reutilización de la mezcla. La mezcla 5.1 pueden usarse directamente para la creación de la banda sonora de un DVD. También puede usarse para una presentación en un cine electrónico aunque, hay que recordar, que la mezcla para equipos domésticos difiere de la mezcla para grandes salas cinematográficas y pueden verse alteradas por varias causas: el volumen de la sala, el nivel acústico, la calidad y número de altavoces, la potencia suministrada, etc. Por estas razones, la mezcla de las bandas sonoras para películas, suelen hacerse en estudios de grabación preparados con condiciones similares a salas cinematográficas.

³² <http://www.hdtv.video-computer.com> - audio para alta definición.

“El uso de un formato codificado, como el Dolby E, sobre una cinta HD hace que se disponga de la mezcla en 5.1 o varias mezclas estéreo o 5.1 en versiones internacionales para DVD junto a sus idiomas y referencias de audio”³³.

2.3.9.4 Emisión. En el momento de la emisión, el audio multicanal, son descodificados desde su formato de origen y vueltos a codificar usando el esquema de emisión. Este flujo ya codificado se multiplexa usando el estándar correspondiente de emisión.

2.3.9.5 Formatos 5.1. Actualmente existen dos formatos de transmisión de audio 5,1 en alta definición. El sistema ATSC y el DVB usan la especificación AC-3, conocida como Dolby Digital, mientras que el sistema japonés ISDB usa la codificación AAC basada en mpeg audio. Se han realizado pruebas satisfactorias con el sistema de codificación DTS y se propondrá como opcional para el DVB. Los tres sistemas manejan audio en 5.1, pero varían en ancho de banda, estandarización, degradación de metadatos y base instalada de descodificadores. Sin embargo, sólo una mezcla en 5.1 es necesaria en la producción, independientemente del sistema de transmisión utilizada.

³³ <http://www.hdtv.video-computer.com> - audio para alta definición.

3. METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene un enfoque empírico – analítico, ya que busca encontrar nuevas alternativas en cuanto al diseño sonoro de los videojuegos en Colombia, dar a conocer un producto nacional en este campo, las posibilidades y alcances del mismo, que permitan fomentar tanto su realización como el consumo en el ámbito local, accediendo de esta forma impulsar el desarrollo de nuevos videojuegos en la industria nacional.

Se busca inducir la noción del consumidor común sobre la capacidad de producción de la industria del entretenimiento audiovisual de colombianos para colombianos, implementando nuevos estándares de calidad, que en un futuro cercano repercutan en un futuro cercano sobre la demanda de juegos nacionales.

3.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA

Este proyecto se enfoca en la línea de investigación de Tecnologías Actuales y Sociedad, ya que el diseño sonoro y mezcla para videojuegos nacionales en 5.1 permite un mejoramiento en el mercado en el desarrollo de los mismos. Se han elaborado proyectos de buena calidad en la parte visual, dejando a un lado la parte sonora.

Este proyecto da un primer paso a abrir posibilidades hacia el mundo globalizado, por medio de creación de alternativas que aun no han sido utilizadas en nuestro país. El campo temático del programa que lo abarca (Ing. de sonido) es Diseño de Sistemas de Sonido y Campo de Producción y Grabación, porque contiene diseños algorítmicos para procesamiento de señales digitales y analógicas, ya que para ingresar los bancos de sonido diseñados para el videojuego y determinar la ubicación de estos en el sistema 5.1, se requiere de conocimientos de lenguajes de programación; por esto está dentro de la sub – línea de Procesamiento de Señales Digitales y/o Analógicas. Para crear el efecto sonoro que se quiere lograr al utilizar el sistema 5.1, es necesario realizar un análisis de la ubicación del personaje, en un plano cartesiano manejando vectores que facilitan el calculo de las distancias de la fuente al personaje o viceversa, aplicando formulas como la ley del cuadrado inverso, efectos, entre otras. Para la

captura de los efectos sonoros del videojuego tienen en cuenta los métodos de grabación, mezcla, masterización, captura y manejo de hardware y software apropiados.

3.3 HIPÓTESIS

Comprobar que aunque en el país el campo de los videojuegos esta en avance, y se ha inclinado mas por la parte visual, existen también herramientas tecnológicas e ingenieros de sonido de excelente nivel y competitividad, para la implementación del aspecto sonoro no solo en éste tipo de proyectos, sino también en lo referente a videos y cine entre otros.

De manera específica, ésta afirmación se prueba a partir de un diseño sonoro para el videojuego *1899 Cuentos de Guerra*, elaborado en Colombia sobre la plataforma Windows PC, de tal forma que dicho diseño enriquece cada uno sus elementos visuales, personajes, ubicación espacial y entorno en general; y a su vez a partir de la producción e introducción musical propia al carácter del videojuego, utilizando la mezcla 5.1 para así darle profundidad, realismo y fuerza a la acción del mismo.

3.4 VARIABLES

3.4.1 Variables independientes

- ⊕ La inclinación hacia la constante evolución de la imagen en los videojuegos
- ⊕ El desarrollo teórico y práctico de la ingeniería de sonido y el avance tecnológico alcanzado por la misma (éstas brindan herramientas suficientes para realizar producciones sonoras de excelente calidad, a la altura de la mejor tecnología aplicada para la imagen en los videojuegos).

Variables dependientes

- ⊕ El ingeniero de sistemas (programador)
- ⊕ El videojuego

- ⊕ El estilo musical definido por el carácter del videojuego (estilo de los escenarios, personajes y características en general)
- ⊕ La técnica de sonido aplicada para el diseño sonoro del videojuego (mezcla 5.1)

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

1899

CUENTOS DE GUERRA

1899 Cuentos de Guerra es un videojuego cien por ciento nacional, inspirado por los paisajes Cundi - Boyacenses y desarrollado durante la guerra de los mil días, sus tres protagonistas están encargados de encontrar los documentos que los liberaran de la guerra.

El videojuego presenta características asociadas con su temática desarrollada en paisajes representativos de la época: un campesino (ver figura 16), un hacendado y un soldado aliado que pretenden encontrar unos documentos para liberarse; el área espacio-temporal y las cualidades de sus personajes y terrenos.

Figura 16. Campesino personaje Cuentos de Guerra 1899



Videojuego 1899 Cuentos de Guerra

El sonido ambiente hace que se sitúe en la época y en el lugar indicado, o sea, en medio de un pequeño pueblo Cundi - Boyacense de la altiplanicie (ver figura 17), regido por un toque de queda a finales del siglo XIX; diferenciando el día y la noche, y las cualidades relativas a los interiores y a las zonas abiertas.

La música es preponderante en el audio del videojuego, pues de ella depende la dinámica y el ritmo del mismo. Estos, desde los primeros juegos de video demostraron su funcionalidad para enganchar al usuario, transmitiendo el carácter del videojuego, la tensión necesaria, y las características de éste, es decir, alimentando la idiosincrasia propia de la época y de la región en pro de optimizar su goce.

Entre los efectos sonoros se diferencian varios grupos dependiendo de su carácter o cualidades; algunos entienden los sonidos referentes a los personajes y sus acciones, en el que cada uno de ellos (soldado, campesino o infiltrado) tiene características físicas diferentes, reflejadas en los sonidos que profieren, dando identidad a cada uno de ellos.

Figura 17. Contexto Pueblo Cundi - Boyacense



Videojuego 1899 Cuentos de Guerra

Los efectos desarrollados refieren a cada uno de los lugares y acontecimientos en el tablero como las fuentes de agua, lámparas de aceite, puertas, caballos, fuego y objetos interactivos.

Los ambientes emulan los exteriores y los interiores, (ver figura 18), enfatizando en la sonoridad típica del campo abierto en la altiplanicie (animales, viento, plantas, bulla), texturas del terreno, ya sea madera, empedrado o pasto; programando efectos sobre los espacios que lo requieren. Crea momentos de tensión, diferentes características rítmicas que interactúan con la imagen e infunden una dinámica particular al videojuego.

Debido al sistema 5.1 los efectos sonoros se sitúan con respecto a la posición de escucha dentro de un marco de 360°, tanto de elementos visibles como de aquellos que se encuentran fuera del campo visual, acorde a las variaciones de cámara y perspectiva interactivas, así como la reverberación y la intensidad; permitiendo crear mayor tensión y realismo en el transito y en el combate.

Figura 18. Ambiente característico



Videojuego 1899 Cuentos de Guerra

El producto a través de un disco compacto para PC, permite jugar 1899 Cuentos de Guerra; y su reproducción funciona tanto para el sistema 5.1 conectado a un computador; como para un sistema estereofónico (convencional).

5. DESARROLLO INGENIERIL

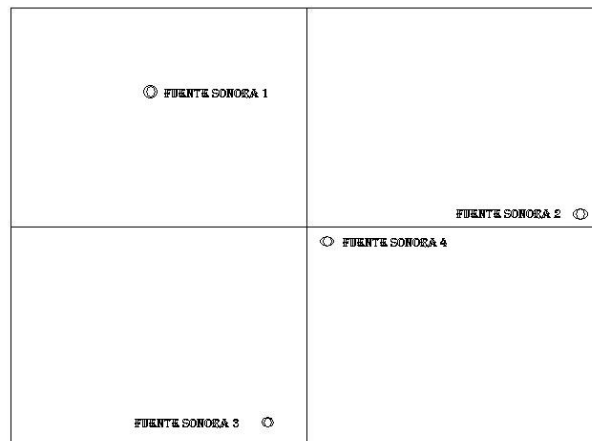
5.1 TÉCNICAS EN EL MANEJO DE FUENTES SONORAS

5.1.1 Manejo de fuentes puntuales en el sistema 5.1 para “1899 Cuentos de Guerra”

Para la aplicación 5.1 dentro de 1899 Cuentos De Guerra se desarrollo un sistema original para la adaptación de los registros sonoros dentro del espacio concebido y con la coherencia necesaria en torno a los cinco parlantes puntualmente activos; de esta forma, el sonido se desplaza direccionalmente inverso a la imagen, dentro de un plano Z compuesto sonoramente por los parlantes del sistema surround.

El plano de piso de un tablero del videojuego (figura 19) permite recrear la presencia de una fuente sonora, en este caso una en cada cuadrante, estas fuentes se activan o desactivan tras cruzar el usuario un umbral predeterminado en el mismo tablero.

Figura 19. Plano de pisos 1899 cuentos de Geurra



Diseño sonoro 1899 Cuentos de guerra

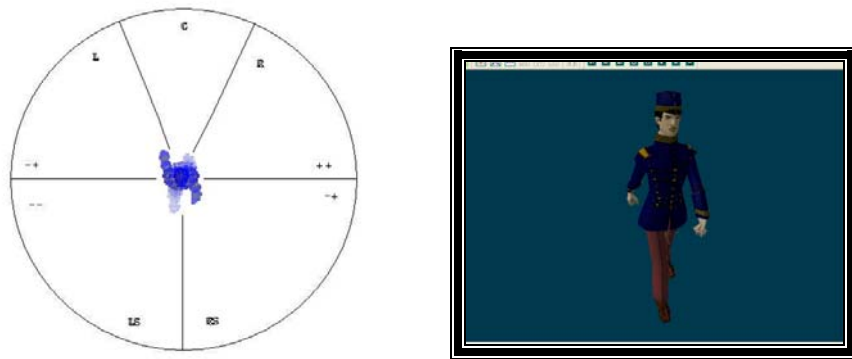
5.1.2 Desplazamiento de los sonidos en el videojuego

Por otro lado se estableció un plano análogo al movimiento del usuario, que en vez de estar fijado al norte del tablero, deje a éste desplazarse en conjunto con el

usuario y su vertical (ver Figura 20. Vista cenital y porcentaje), permitiendo de esta manera que el sistema reconozca la orientación como una variación de las fuentes con respecto al eje en el que se mueve el usuario .

La segunda parte del sistema consiste en asignar un archivo .Ac3 para cada uno de los cuadrantes que forma el usuario desde su eje, por ejemplo, se crean 4 archivos monofónicos o estereofónicos de un disparo en formato .Ac3 en el que cada uno reproduzca una posición (R, L, Rs, Ls); para que, incorporado dentro del sistema se asigne a un objeto específico (un soldado enemigo) y reproduzca el archivo correspondiente. El esquema de ésta distribución se presenta a continuación en la Tabla 1: Esquema de programación de comandos en .AC3.

Figura 20. Vista cenital y porcentaje



Diseño sonoro videojuego 1899 Cuentos de Guerra

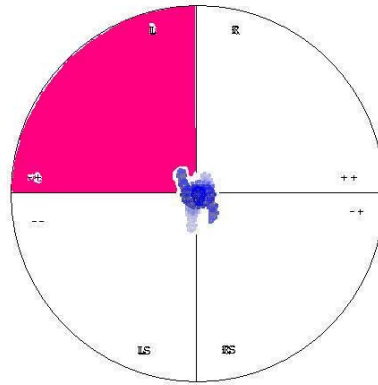
Tabla 1. Esquema de programación de comandos en .AC3

.Ac3 # 1	LEFT	DISPARO SOLDADO ENEMIGO
.Ac3 # 2	RIGHT	DISPARO SOLDADO ENEMIGO
.Ac3 # 3	LEFT SURROUND	DISPARO SOLDADO ENEMIGO
.Ac3 # 4	RIGHT SURROUND	DISPARO SOLDADO ENEMIGO

Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

El videojuego reproduce el archivo adecuado teniendo en cuenta que el usuario al desplazarse posibilita la desactivación de una fuente en un cuadrante y la inmediata activación de la misma fuente en otro cuadrante limítrofe como se observa en los gráficos 21 y 22 presentados a continuación:

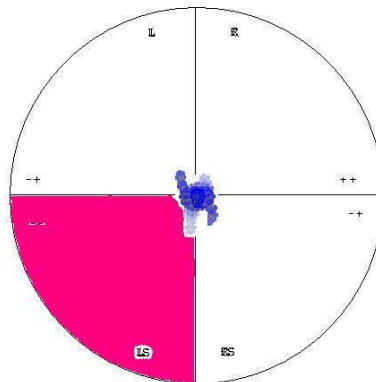
Figura 21. Cuadrantes (+/-)



Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

En este caso el objeto que genera un sonido monofónico se encuentra ubicado dentro del cuadrante $(-,+)$, por ende el archivo activado en esta posición sería el .Ac3 número 1.

Figura 22. Cuadrantes (-/-)



Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

Un instante de tiempo después la fuente sobrepasa el eje Y del usuario, desactivándose el archivo correspondiente a este cuadrante (.Ac3 número 1), y activando el archivo .Ac3 número 3 (left surround) correspondiente al cuadrante $(-, -)$.

5.2 CLASIFICACION Y RELACIÓN DE SONIDOS Y ESCENAS

5.2.1 Características

Se identificó e implementó las técnicas para la realización del sonido en el videojuego, en primer lugar, varios motivos y patrones musicales (instrumentales), que evocan el contexto visual y cultural de cada uno de los 2 tableros e instancias reconocidas, implementándolos en el menú y dentro del contenido; cada cual dependiendo del lugar donde se encuentre el usuario: (exterior, interior o nivel), basándose en las corrientes musicales del interior del país fusionadas con instrumentos percutidos y electrónicos.

De acuerdo a las características físicas de cada personaje del videojuego se establece un paquete de sonidos por cada uno, que refleja y complementa las particularidades de sus jugadores (Campesino de machete, ruana y alpargatas, y hacendado de botas, chaquetón de cuero, sable, changón y sombrero de ala ancha) y de los enemigos, (Soldados de vestimenta típica de la época de la colonia con jarretera, hombreras, y bayoneta).

Se posicionan los ambientes y la música en el campo sonoro tridimensional, evitando las percepciones psicoacústicas que produzcan discordancias, confusiones o enmascaramientos creados por la interacción de varios sonidos simultáneos.

Se programa el diseño sonoro previsto, a partir de los sonidos fabricados, por medio de conceptos de computación gráfica en la estructura dialécticas de la plataforma; se organiza el accionamiento y desplazamiento 3D del sonido utilizando vectores gráficos y puntos de accionamiento y desactivación de elementos sonoros.

Para la correcta programación de estos sonidos dentro del videojuego es necesario igualar la duración de estos efectos con la cantidad de cuadros o frames determinados, dispuestos gráficamente en el muñeco cuando realiza una acción específica, para que posteriormente se convierta en un loop en el que no pierda el sincronismo.

Igualmente, los sonidos de los elementos que estos toman y utilizan como armas o accesorios, que como elementos activos se encuentran en un primer plano de la acción y son de gran importancia.

5.2.2 Métodos de tratamiento sonoro

Para el tratamiento sonoro del videojuego fue necesario realizar un análisis detenido de las posibilidades técnicas, conceptuales y psicoacústicas, que encaminaran a adelantar lógica y ordenadamente un paisaje sonoro coherente y sólido en cara al referente visual propuesto por los diseñadores.

Técnicamente, las posibilidades sonoras del videojuego se remiten a las especificaciones metodológicas predispuestas por la plataforma en el que fue creado; para el videojuego 1899 Cuentos de Guerra se empleó el motor 3D GAME STUDIO en el cual, los sonidos suministrados por los artistas se ubican en función de un espacio o elemento especificado en el momento de la programación, quedando prestos a ser activados o desactivados en el momento en el que se realice una acción específica por parte del usuario (por estar ubicado en una zona determinada o por medio del teclado o del ratón), teniendo como referente la geometría del nivel (ver Figura 23: Esquema modular del tablero) o un elemento incorporado (figuras tridimensionales hechas en software como Maya o 3D Max), y de esta manera recrear el videojuego.

Figura 23. Esquema modular del tablero - Reflexiones sonoras



Videojuego 1899 Cuentos de Guerra

Se debe poner especial atención en relación a los fenómenos psicoacústicos y perceptivos para evitar confusiones; es decir, que la correcta ubicación de las fuentes sonoras en el punto de escucha del usuario sea afín con lo que se ve, el discernimiento de cada elemento musical y ambiental sin problemas de enmascaramiento o confusión por posición en el espacio; por una excesiva cantidad de elementos simultáneos o similitud de timbres o frecuencias, y se debe tener proporciones correctas entre los distintos niveles sonoros; sobre todo

teniendo en cuenta que el resultado final circula en torno a un campo auditivo de 360°.

Para la parte conceptual, y luego de estudiar los principios básicos del sonido para un referente audiovisual dígase cinematografía, animación o videojuego; en este proyecto se trabaja independientemente los bloques sonoros dividiéndolos en música, ambientes, efectos e independientes; determinando la función de cada elemento sonoro dentro de los tableros y reconociendo la colectividad de los sonidos como una composición armónica, se ideó una estructura que llenara a cabalidad el campo auditivo con los elementos visuales, tanto los activos que participan en la acción, como los pasivos los cuales sólo forman parte del entorno, para que de esta forma se promoviera el entendimiento del videojuego y su dinámica.

5.2.3 Orientación y disposición del sonido en el referente visual

Al implementar los diferentes parámetros que componen el sonido del juego (música, efectos, ambientes, voces), se encuentra la necesidad de analizar detenidamente cada uno de los dos tableros a producir, a partir de las características que tiene cada uno. Como ejemplo, en relación al clima, el primer tablero se refiere al pueblo colonial en su cabecera municipal (ver Figura 24), inicia en el alba y se desarrolla a la luz del día finalizando el primer sector al atardecer; de esta manera el ambiente sonoro tiene que coincidir con el momento que representa el videojuego en sus diferentes etapas, reproduciendo el espacio conveniente.

Figura 24. Pueblo colonial



Videojuego 1899 Cuentos de Guerra

En el segundo tablero se presenta una dinámica mas veloz por desarrollarse en una locomotora en movimiento y sobre un caballo que la persigue; de esta manera es necesario imprimirle el ritmo que cinéticamente se desarrolle, a partir de música empática desplegada, que se desenvuelve afín con la acción expresada y varíe o se desarrolle dependiendo de la necesidad del momento.

En relación a los efectos sonoros, se reconocen las características físicas de los dos personajes (soldado-campesino) y de los artículos que son fuentes sonoras, para darle una reciprocidad al valor añadido a partir de la sincronía, congruencia y laboriosidad. Para los personajes se reflejan sus características físicas a partir del sonido que producen, el peso de sus zapatos, el material de sus vestimentas, el calibre de las armas o su forma de desplazarse.

De esta manera se crean un grupo de ambientes que representen el tiempo ilustrado, una música que transporte al usuario al lugar de los hechos y le imparta vivacidad, y toda clase de efectos sonoros que refuercen la sensación 3D y el realismo de las escenas.

5.3 PROCESOS DE GRABACIÓN, MUSICALIZACION Y MEZCLA

5.3.1 Aspectos técnicos

En el área de grabación de efectos existen varias técnicas estereofónicas utilizadas en este proyecto entre esas se encuentran: la técnica de par espaciado, par coincidente, par casi coincidente, entre otras, teniendo en cuenta que estas son las mas utilizadas.

La primera de estas técnicas fue usada para conseguir mayor amplitud en estéreo, la manera de ubicar los micrófonos para esta técnica, fue poniendo dos o tres micrófonos iguales separados en forma horizontal, teniendo en cuenta que están dirigidos hacia la fuente sonora en este caso las espadas. Lo que produce efecto estéreo en estas técnicas es la diferencia de tiempo en las que la señales llegan a cada uno de los micrófonos, se utilizó un patrón polar omnidireccional para captar las señales retardadas y reflejadas en el recito.

En la técnica del par-coincidente o XY, la diferencia es que en esta práctica se utilizan dos micrófonos direccionales, fue utilizada para captar un sonido que proviene de una fuente ubicada justo al frente, en este caso fue la toma de instrumentos musicales.

Los micrófonos fueron colocados de forma que sus diafragmas coincidan o sean simétricos con respecto a un eje central, en esta técnica es bueno que los micrófonos sean mono compatibles, es decir que no exista diferencia de fase para no producir interferencias.

Para la técnica del par casi- coincidente que es similar a la anterior, se utilizan micrófonos direccionales angulados pero espaciados unos cuantos centímetros, con este sistema fueron grabados los disparos para 1899 cuentos de guerra porque ofrece una localización precisa y profundidad y volumen a la grabación.

5.3.2 Instrumentos utilizados

5.3.2.1 Micrófonos. Para realizar la grabación de los efectos del videojuego 1899 *Cuentos de Guerra* se emplean los siguientes micrófonos:

- **Behringer B2 PRO**, Este micrófono de condensador con doble diafragma (véase en figura 25), cuenta con su filtro Low Cut (corte de graves), el cual se observa en la imagen de respuesta de frecuencia (decaimiento en frecuencias bajas) que aparece en la figura 31 Figura 31: “Patrones polares y respuestas de frecuencia”. Este evita frecuencias bajas indeseables en el momento de la captura de los efectos o en el ambiente, el micrófono incluye la posibilidad de configuración cardioide, omnidireccional o forma de 8 (véase en figura 26), que en este caso la configuración escogida fue la cardioide para grabación de ambientes y efectos.

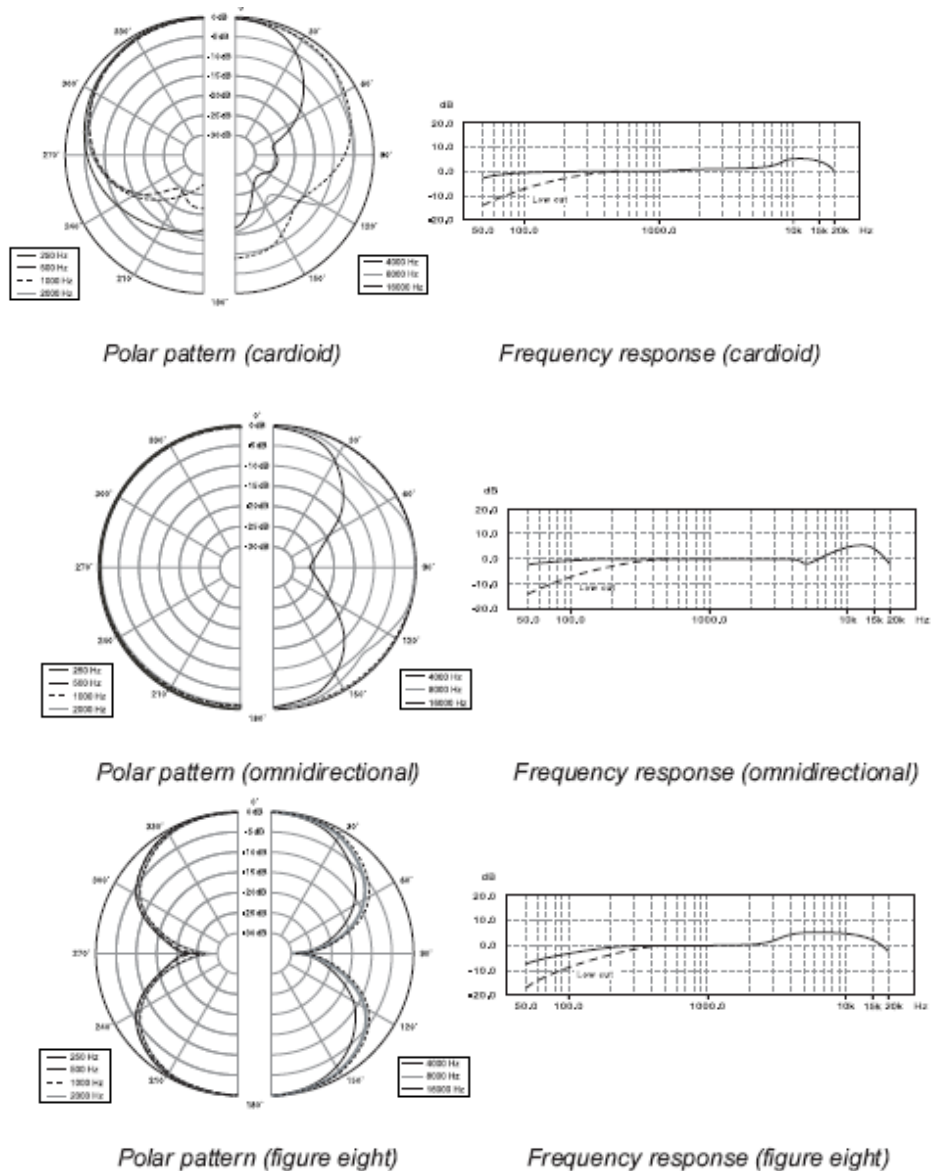
Este micrófono es importante dentro del videojuego porque suministra un rango un poco pronunciado en frecuencias de 12 kHz como podemos apreciar en la gráfica, esto sirvió para trabajar con fuentes puntuales en las que una fuente de sonido puede ser mejor percibida, para la captura de golpe con espada se utiliza el atenuador de -10 dB, que como en la grafica se observa atenúa la respuesta y evita daños en el diafragma.

Figura 25. Micrófono B2 pro



Productos Berhinger. <www.beringer.com>

Figura 26. Patrones polares y respuestas de frecuencia

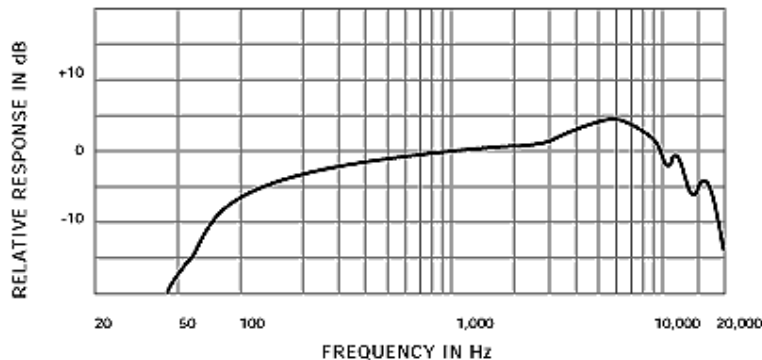


Productos Berhinger. <www.beringer.com>

- **Shure BETA 87**, (ver figura 27 derecha) Este micrófono es de condensador brinda una respuesta de frecuencia un poco marcada hacia los 6KHz que sirvió para hacer captura en 5.1 de cantos de aves, pájaros etc, manejados en los ambientes de 1899 cuantos de guerra, además aprovechando su buena resistencia para trabajos de campo y su alta

capacidad de SPL. El diagrama polar confirma un buen aislamiento de cualquier sonido superior a los 130°. (ver figura 27 izquierda)

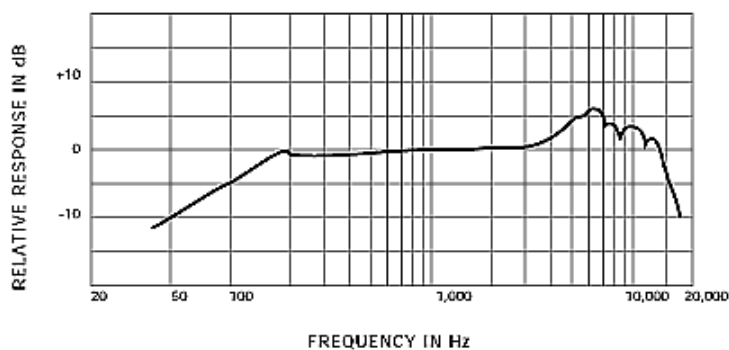
Figura 27. Respuesta de frecuencia – Micrófono Shure BETA 87
Shure SM87A



Micrófonos. <www.shure.com>

- **Shure SM 57**, (ver figura 28 derecha) Con este micrófono se realizan capturas de sonidos producidos por encima de los 150 decibeles. Por esto es utilizado comúnmente para grabar guitarras eléctricas. En la figura 28 izquierda, se puede observar que la respuesta de éste micrófono esta por encima de 0 dB y su rango de frecuencia es de 20 a 30KHz. También es utilizado porque aísla la fuerte principal que esta emitiendo el sonido disminuyendo el ruido de fondo.

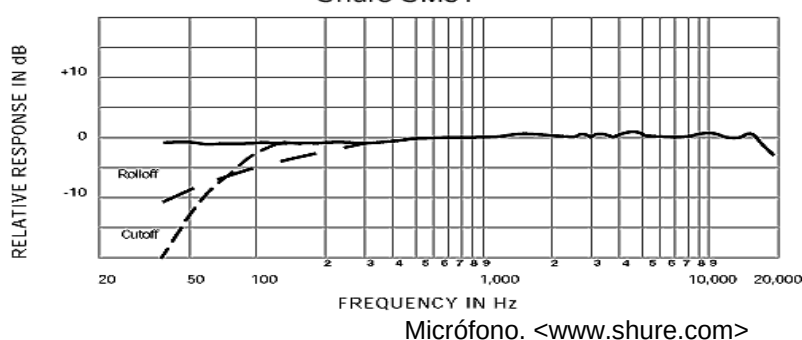
Figura 28. Respuesta de frecuencia - Micrófono Shure SM57
Shure SM57



Micrófono. <www.shure.com>

- **Shure SM 81**, Este micrófono posee una alta respuesta casi uniforme como lo muestra la figura 29 (Respuesta de frecuencia - Micrófono Shure SM81). Cubre un rango de 30Hz a 25KHZ, y es utilizado para grabación de instrumentos acústicos, y para la captura de efectos, igualmente se facilita por la amplia escala de condiciones de temperatura para los ambientes, bajo ruido y baja interferencia.

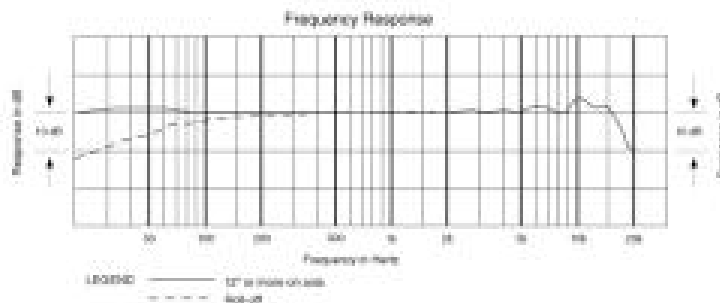
Figura 29. Respuesta de frecuencia - Micrófono Shure SM81



- **Audio-technica 4050**. Este micrófono es multi patrón. Lleva filtro de 80 hertz y 12 dB, que como se puede observar en la figura 30 (Respuesta de frecuencia - Micrófono AT4050), cubre un rango de frecuencia bastante amplio y uniforme con pocas alteraciones. Por esta razón es utilizado en grabación de efectos como toma el encendido de la lámpara o ambientes de estudio que necesitan filtro de frecuencias bajas.

Figura 30. Respuesta de frecuencia - Micrófono AT4050

AT4050 (Cardioid)



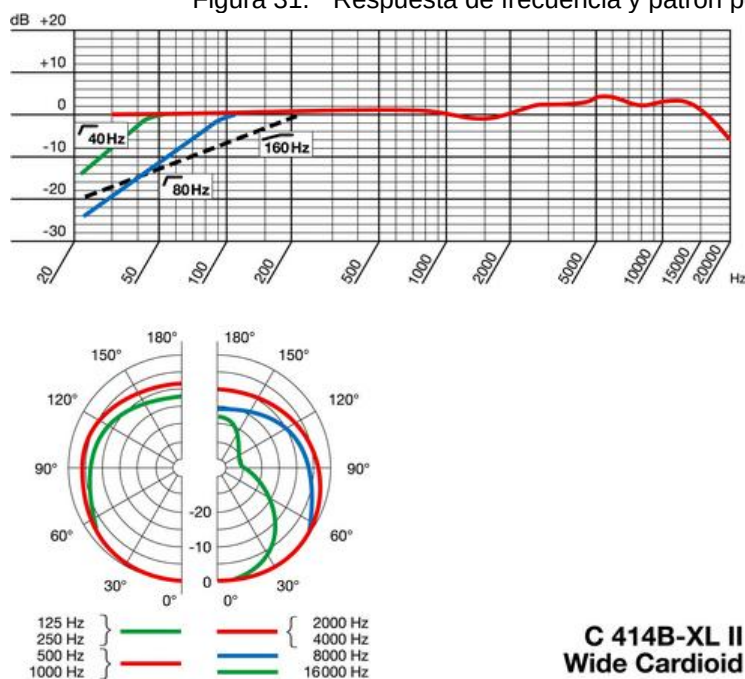
<www.audiotechnica.com>

- **AKG 414**, (ver figura 31) Este micrófono es de condensador. Es utilizado en este proyecto por su característica de atenuación de frecuencias bajas, tiene excelente respuesta para voces, por eso es utilizado en la captura de voces de los personajes.

Su rango de frecuencia es bastante uniforme (línea roja en la figura) permitiendo capturar todas las voces por igual.

Es importante el atenuador para sonidos muy fuertes que están entre -10 y -20 dB (línea verde de la figura), y tiene un nivel máximo de SPL de 126 dB. Este micrófono es muy importante por su color y captura para obtener buenos resultados en cuanto a efectos y musicalización del videojuego.

Figura 31. Respuesta de frecuencia y patrón polar AKG 114

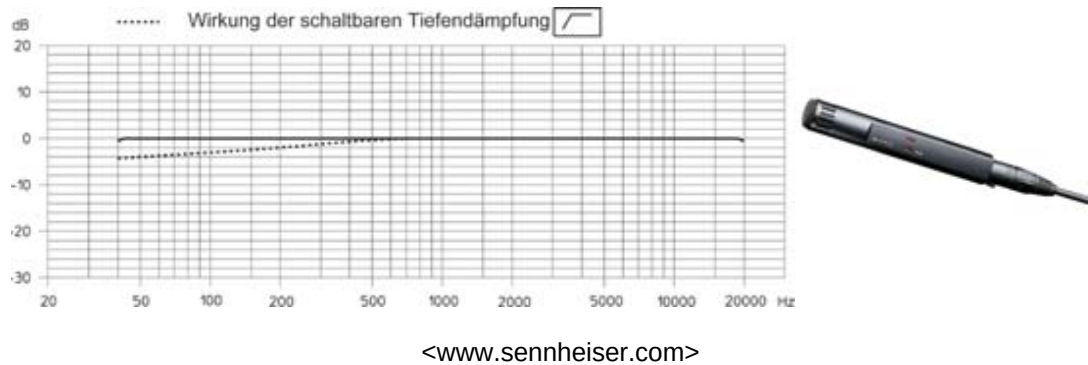


<Micrófono, www.akg.com>

- **Sennheiser MK 40**. Este micrófono es utilizado para cuentos de guerra 1899, en la captura de vientos. Estos manejan una frecuencia de 180 Hz hasta 5 KHz por su respuesta plana como se puede ver en la figura 32 y

su rango de respuesta de frecuencia entre los 50Hz y los 20KHz, y el ángulo de captura amplio garantiza una buena captura.

Figura 32. Respuesta de frecuencia – Micrófono MK 40



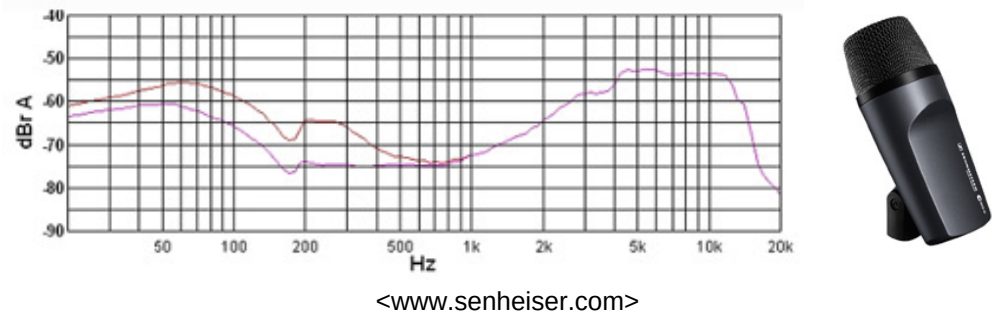
- **Neuman u87.** Este micrófono trabaja con tres patrones polares, y tiene doble diafragma. Es bueno en el aporte a la grabación de ambiente del estudio de grabación, ya que la respuesta en bajas frecuencias puede ser reducida para compensar el efecto de proximidad. También es utilizado dentro del videojuego para la captura de vientos (ver figura 33).

Figura 33. Micrófono U87



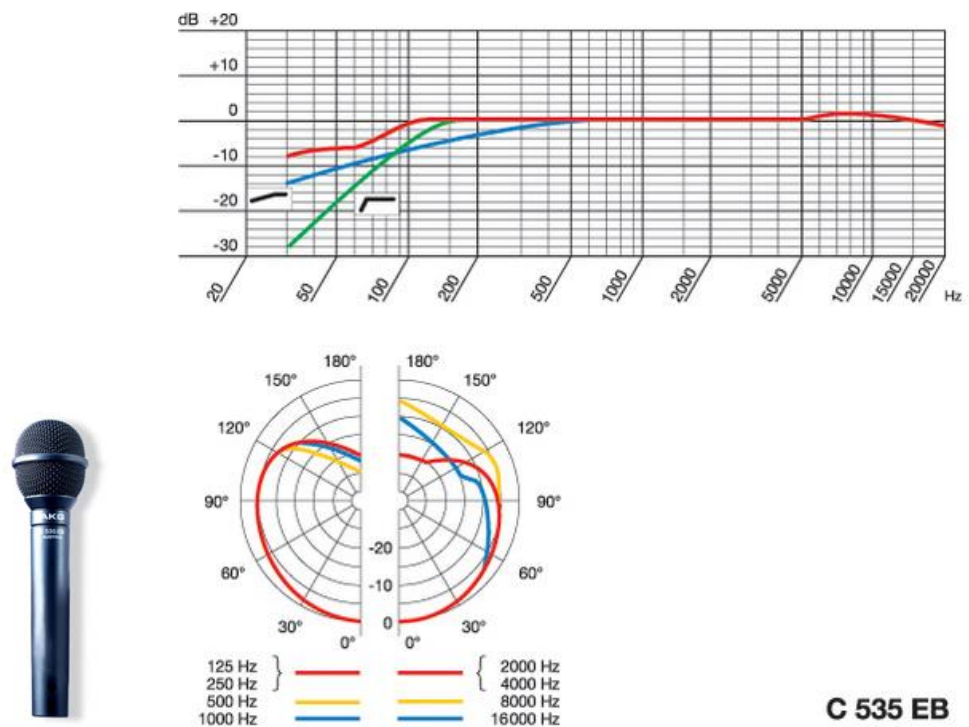
- **Senheiser 602.** El Senheiser 602 es un micrófono cardioide. Es utilizado para grabar percusiones utilizadas en el videojuego. Debido a la buena respuesta que ofrece para grabar frecuencias bajas. Al observar la figura 34 (Respuesta de frecuencia - Micrófono Senheiser 602) se puede ver la curva pronunciada para frecuencias bajas en un SPL alto. La frecuencia de los instrumentos de percusión oscila entre 49 Hz justo en su mejor respuesta.

Figura 34. Respuesta de frecuencia - Micrófono Senheiser 602



- **AKG 535.** Este micrófono cardioide se utiliza para la grabación de guitarras y tiple en la musicalización del videojuego. Es posible observa en la figura 35 (Respuesta de frecuencia – Micrófono AK 535) que su respuesta es plana y también tiene atenuadores de frecuencias bajas (líneas verde y azul) para determinados casos.

Figura 35. Respuesta de frecuencia – Micrófono AK 535



www.akg.com

5.3.2.2 Interface y software. Para realizar la grabación, en la captura y mezcla del ambiente, efectos y música del videojuego, se utilizó la interface **DIGIDESIGN DIGI 002** (ver figura 36: Interface digi 002 – Protools izquierda) comunicada por puerto firewire al computador. Esta interface trabaja con el software Pro Tools (ver figura 41: Interface digi 002 – Protools derecha) LE, Sonar y Nuendo en los cuales se realiza la captura, mezcla y masterización de todos los sonidos.

La interface permite fácilmente grabar en 8 canales simultáneamente, 4 entradas de línea y 4 XLR balanceadas con 48 V, de los cuales para la captura de los ambientes fueron utilizados cuatro XLR y 1 de líneas para conseguir las cinco señales independientes que dan la mezcla 5.1.

Figura 36. Interface digi 002 – Protools



<www.akmedia.digidesign.com/products/images>

5.3.2.3 Sonómetro. El sonómetro SVANTEK es un Instrumento profesional para la medición y análisis de Ruido & Vibraciones, así como para la calibración de sistemas de sonido (ver figura 37: Sonómetro).

En este caso es utilizado en la parte de la calibración del sistema 5.1 el cual requiere de SPL de 85 dB para cada parlante y un incremento en el central y trasero de 5dB, esto medido en la ponderación ponderación C.

Figura 37. Sonómetro



<svantek.acustica.cl/955.htm>

Este sonómetro cuenta con un analizador de tiempo real, con cuatro canales para mediciones de ruido, vibraciones para análisis de frecuencia, industrial y calibraciones como en este.

5.3.2.4 Sistema 5.1. El sistema 5.1 utilizado se denomina GigaWorks™ S700 (figura 38: GigaWorks™ S700) de la serie de Creative de los últimos diseños de audio para PC. Este sistema está avalado por THX y cumple con los estándares de calidad requeridos por el mercado.

Figura 38. GigaWorks™ S700

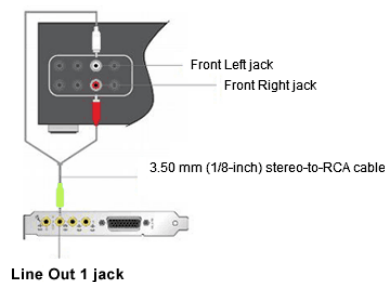


<www.creative.com>

Para hacer uso de este sistema es indispensable tener en cuenta las características técnicas, ya que el comportamiento es importante para la aplicación de la parte de edición y mezcla con el sistema al igual que la de calibración.

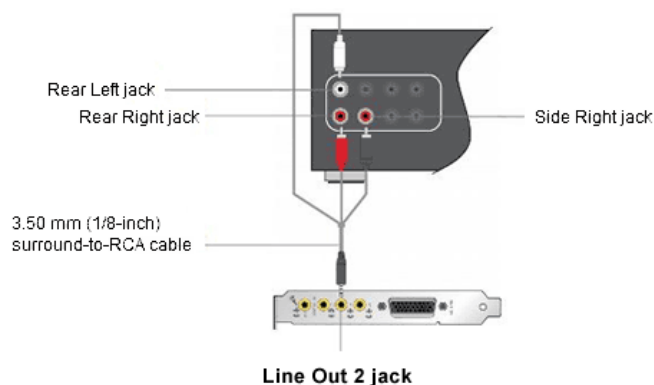
Como se observa en la figura 39 (Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 1), para la conexión del sistema 5.1 con la tarjeta, se toma el primer cable y se conecta a la salida 1 de la tarjeta y se lleva a la entrada del sistema frontal izquierdo y derecho. En la figura 40 (Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 2), el segundo cable es conectado de la salida 1 de la tarjeta a las entradas trasero izquierdo y trasero derecho del sistema. Por último, el tercer cable se conecta de la salida 3 al canal central y subwoofer del sistema (ver figura 41: Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 3)

Figura 39. Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 1



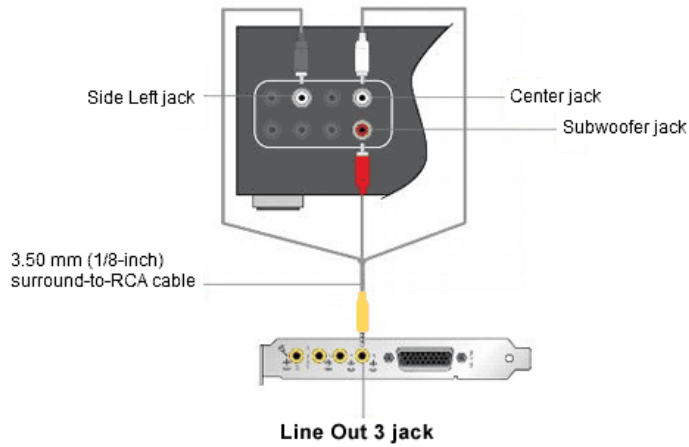
Connecting a multichannel AV Amplifier

Figura 40. Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 2



Connecting a multichannel AV Amplifier

Figura 41. Conexiones sistema 5.1 a Interface paso 3



Connecting a multichannel AV Amplifier

5.3.3 Conexión de equipos

5.3.3.1 Grabación de ambientes en 1899 Cuentos de Guerra. La interface permite cuatro canales XLR, utilizados con cuatro de los micrófonos con los que trabaja. El quinto micrófono es conectado a una entrada de línea, con un cable combinado XLR – Plug (híbrido), obteniendo las cinco señales necesarias.

Cada micrófono esta en un canal independiente y la señal esta siendo registrada en un track igualmente independiente. El monitoreo se hace mediante la salida de la interface “ headphones” (ver en la siguiente página la figura 42: Conexión en grabación de ambientes).

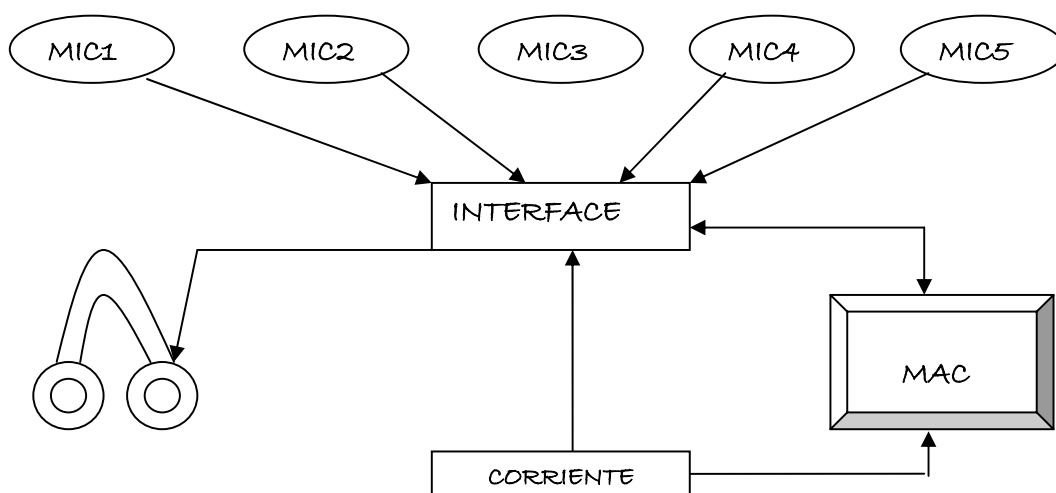
Por medio del puerto firewire se transmite la información al portátil, que lo recibe en el software de Protocols.

Con la interface se gradúan los volúmenes deseados para la captura (en este caso la del ambiente), en algunos micrófonos se utiliza un filtro para evitar el fuerte roce del viento en los micrófonos.

5.3.3.2 Montaje sistema 5.1 1899 C. G. Para el sistema 5.1 la conexión se realiza de la siguiente manera: los parlantes que son auto potenciados, van a la interface que en este caso es la digi 001 y esta a su vez es conectada al computador mediante una tarjeta PCI.

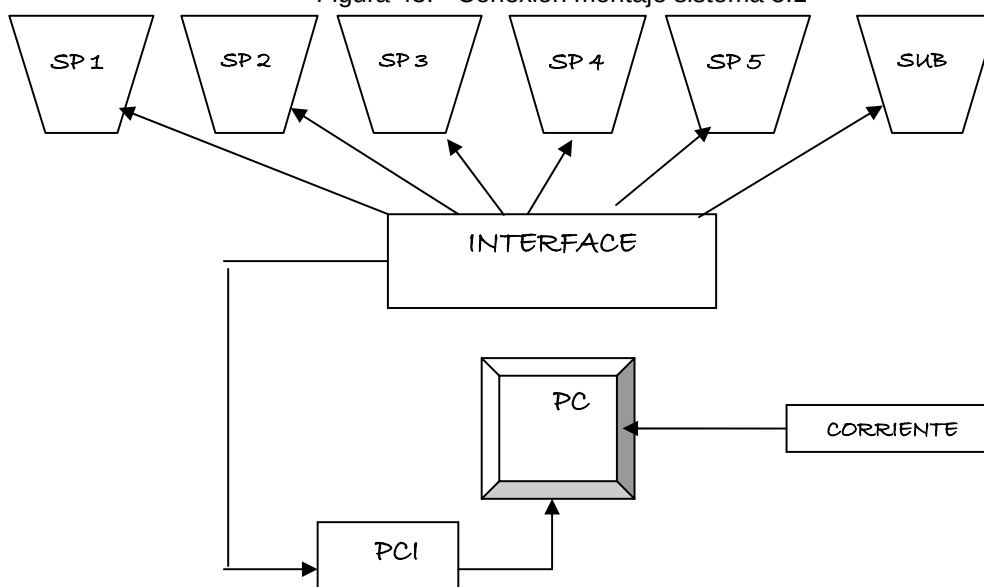
También hay que tener en cuenta en esta parte la distancia requerida para la ubicación de los 5 parlantes, su altura, y las características del recinto. Esto influye en los resultados finales de la mezcla (ver imagen 43 Conexión montaje sistema 5.1).

Figura 42. Conexión en grabación de ambientes



Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

Figura 43. Conexión montaje sistema 5.1

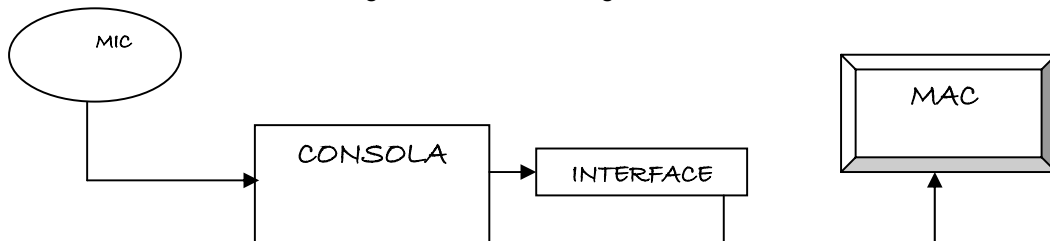


Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

5.3.3.3 Grabación de efectos de 1899. Los efectos son grabados en estudio de grabación mediante la consola que trabaja con diferentes canales, eso da la posibilidad de tener más variedad de entradas por si se necesita una sesión multicanal, luego utilizando la interface digi 002 que envía la información al computador, y éste a su vez lo recibe con software protocols.

Al grabar con micrófonos de condensador, es necesario utilizar los 48v que la consola proporciona para el buen funcionamiento del micrófono (ver figura 44 Conexión grabación de efectos).

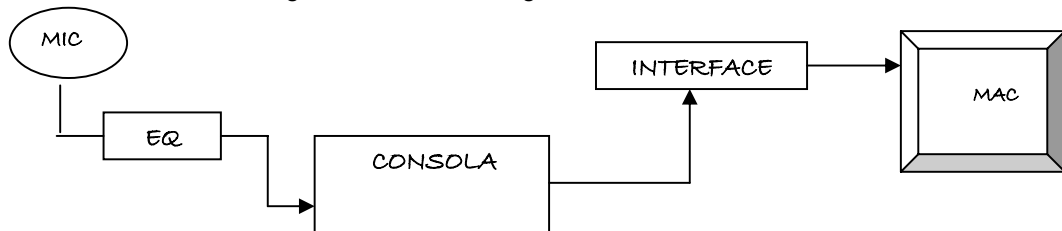
Figura 44. Conexión grabación de efectos



Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

5.3.3.4 Grabación música videojuego 1899 C.G. La música fue grabada en estudio de grabación y cumple la misma ruta que en el punto anterior, teniendo en cuenta que en ocasiones se utiliza procesadores de efectos, compresores, entre otras ayudas externas para mejorar el sonido del registro (figura 45 Conexión grabación música con efecto).

Figura 45. Conexión grabación música con efecto



Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

5.3.4 Aspectos estéticos

5.3.4.1 Aspectos estéticos en la grabación. En este párrafo se explican detalladamente las características de las grabaciones realizadas.

- Efectos. Efectos para los personajes Campesino y Soldado (usuarios y enemigos)

•

⊕ Pasos.

Tabla 2. Efecos de pasos para personajes del videojuego

EFEECTO	GRABACIÓN	CUALIDADES Y POSICIÓN
Piedras	Grabación en estéreo con dos micrófonos Behringer ref. B2PRO, técnica par espaciado a 1.3 mts. y un micrófono Shure ref. BETA 87 de refuerzo central	Zapatos sobre láminas de acrílico. Todo montado sobre una mesa. Se activa en el primer tablero cuando el personaje camina en la vía.
Madera	Grabación en estéreo con dos micrófonos Behringer ref. B2PRO, técnica par espaciado a 1.3 mts. y un micrófono Shure ref. BETA 87 de refuerzo central	Botas sobre tablones de 2.5 centímetros de grosor, madera de cedro. El sonido e activa en el primer tablero cuando el personaje camina sobre el interior de las viviendas.
Pasto	Grabación en estéreo con dos micrófonos Behringer ref. B2PRO, técnica par espaciado a 1.3 mts. y un micrófono Shure ref. SM 81 de refuerzo central	Zapatos sobre papel periódico y hojarasca seca. Es utilizada en el primer y en el segundo tablero cuando camina sobre la hierba.
Subiendo escaleras	Grabación en estéreo con dos micrófonos Behringer ref. B2PRO, técnica par espaciado a 1.3 mts. y un micrófono Shure ref. SM 57 de refuerzo central	Botas sobre tablones de madecor sobre una mesa. Utilizada en las escaleras verticales tanto en el primer como en ell segundo tablero.
Tren interior	Grabación en estéreo con	Botas sobre una superficie

	dos micrófonos Behringer ref. B2PRO, técnica par espaciado a 1.3 mts. y un micrófono AKG refuerzo central	compuesta de láminas acrílicas y lata. Se activa al caminar dentro del vagón en el segundo nivel.
Tren techo	Grabación en estéreo con dos micrófonos Behringer ref. B2PRO, técnica par espaciado y un micrófono Shure ref. BETA 87 de refuerzo central	Botas sobre laminas metálicas oxidadas superpuestas. Se activa al caminar sobre el techo de los vagones en el segundo nivel.

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

-
- ⊕ Artículos.

Tabla 3. Efectos para la animación de elementos

Toma arma corto punzante	Grabación monofónica con un micrófono Audio Technica patrón polar cardiode	Fricción entre dos cuchillos. Aparece cada vez en el usuario encuentra en el piso un machete. Sólo aparece en el primer tablero.
Utiliza arma corto punzante	Grabado en stereo con dos micrófonos Bheringer ref. B2PRO en patrón polar omnidireccional	Lazo girado a gran velocidad, cortando el aire/ cuchillo fricción. Se activa cada vez que el jugador se enfrenta con un adversario en duelo, en cada movimiento de la espada enemiga, el sonido es distinto. Sólo aparece en el primer tablero.
Toma arma de fuego	Grabación monofónica con un micrófono Bheringer ref. B2PRO en patrón polar cardioide	Se utilizó una bocina de teléfono poniéndola sobre la base. Aparece cada vez en el usuario encuentra en el piso un rifle.
Dispara arma de fuego	Grabado con un micrófono dinámico Shure ref. Beta 57 y con un micrófono Shure ref. BETA 87 alejado de la fuente	Golpe seco sobre un recipiente metálico. Activa el sonido al disparar, uno para el usuario, y varios oros para los enemigos.

	sonora	
Toma lámpara	Grabación monofónica con un micrófono AKG ref.	Se utilizó una lámpara de gasolina tomándola desde su manija. Se activa al encontrar el usuario una lámpara en el piso.
Prende lámpara	Grabación estereofónica con dos micrófonos Bheringer ref. B2PRO técnica par espaciado, patrón polar omnidireccional	Encendido de fósforos, roce de la cajetilla. Se activa cuando el usuario utiliza la lámpara, el sonido se desactiva cuando se apaga, o cuando se acaba el nivel.

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

- Efectos Otros personajes.

Tabla 4. Efectos para otros personajes

Ropa	Grabación estereofónica con dos micrófonos Bheringer ref. B2PRO técnica par espaciado, patrón polar omnidireccional	Fricción real de ropa frente a los micrófonos. Acompaña los movimientos de los pasos de los personajes.
Voces	Se grabó con un micrófono AKG ref. C414 patrón polar cardioide	Se activan en la lucha y cada personaje tiene una distinta.

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

- Mundo.

⊕ Acciones

Tabla 5. Efectos para acciones

Ataque de soldado con espada (contacto)	Grabación estereofónica con dos micrófonos Bheringer ref. B2PRO, técnica par espaciado, patrón polar	Se utilizaron dos láminas de aluminio, se actva al contacto del usuario con un enemigo.
---	--	---

	omnidireccional	
Ataque de soldado con arma de fuego	Grabación con dos micrófonos (Shure SM 57 y un Bheringer B2 Pro) uno frente a la fuente sonora y otro capturando el ambiente.	Colisión entre dos cajas de madera reforzadas con metal. Se activa al percibir el enemigo nuestra presencia.

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

•

⊕ Fuentes sonoras

Tabla 6. Fuentes Sonoras

Fuente de agua	Grabación estereofónica con dos micrófonos Bheringer ref. B2PRO, técnica par espaciado, patrón polar omnidireccional	Recipientes con agua vertidos de un lugar a otro. Se activa al desplazarse el usuario a la plazoleta en la que se ubica la fuente.
Reloj	Grabación monofónica con un micrófono Bheringer B2 Pro.	Reloj de cuerda que pertenece al final del segundo tablero.
Fuego	Grabación estereofónica dos micrófonos Bheringer B2 Pro.	Antorchas de madera y papel periódico
Locomotora tren	Grabado con micrófonos Audio-Technica 4050 cada uno a un lado de la carrilera, conectados a un sistema profesional inalámbrico VHF huirles Serie 300	Grabación estereofónica real del Tren de la Sabana en la localidad de Usaquén.
Brisa	Generada a partir de un sintetizador YAMAHA PSR-1	
Caballo a trote	Generado a partir de un sintetizador YAMAHA PSR-1	
Pito tren	Generado a partir de un sintetizador YAMAHA PSR-1	

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

⊕ Sonidos menú y final

Tabla 7. Sonidos para menú final

Carga menú	Segmento corto musical.	Se reproduce cuando el sistema se encuentra cargando el videojuego.
Game over	Edición de la canción en la fracción de la cadencia.	Se reproduce al morir el jugador por un enfrentamiento o explosión.

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

- Ambientes. Los ambientes del videojuego son una de las cualidades 5.1 dentro de *1899 Cuentos de Guerra*, simula las características sonoras del ambiente a campo abierto de los Andes colombianos, libre de todo sonido artificial o humano y manteniendo la espacialidad y dimensión del terreno original a partir de técnicas y parámetros universales de registro surround. Para este videojuego se utilizaron básicamente dos técnicas de registro; una situando 5 micrófonos en las posiciones propias de la reproducción en 5.1 (0° central, 90° L y R, y 110° Ls y Rs como se presenta en la figura 46 Base de micrófonos para 5.1); todos los micrófonos en patrón polar cardioide y dirigidos desde el centro del círculo hacia fuera por el centro del eje que marcaban los diferentes vértices. La segunda técnica usada en la grabación de ambientes para 5.1 consistió en poner 4 micrófonos en patrón polar omnidireccional sobre cada uno de los cuatro puntos cardinales a una distancia de dos metros de separación entre ellos.

Figura 46. Base de micrófonos para 5.1



Fuente

Tabla 8. Sonidos de efectos para ambientes

Ambiente día tablero 1	Grabación surround con 5 micrófonos condensadores de diafragma grande, uno central (Shure BETA 87), dos a 30° (izq. y der. Bheringer B2PRO), y dos a 110° (Audio Technica)	Grabado en campo abierto en el municipio de Anolaima a 1100 metros sobre el nivel del mar.
Ambiente noche tablero 1	Grabación surround con 4 micrófonos condensadores de diafragma grande, uno central (Shure BETA 87), dos a 30° (izq. y der. Bheringer B2PRO), y dos a 110° (Audio Technica)	Grabado en la madrugada en campo abierto, en el municipio de Anolaima a 1100 metros sobre el nivel del mar.
Ambiente interior tablero 1	Grabación cuadrafónica con 4 micrófonos (Bheringer B2PRO adelante) y dos Audio-Technica atras	Grabado en las horas de la tarde, en una vivienda en el municipio de Anolaima.
Ambiente día tablero 3	Grabación cuadrafónica con 4 micrófonos (Bheringer B2PRO adelante) y dos Audio-Technica atras	Grabado en la madrugada en campo abierto, en el municipio de Anolaima a 1100 metros sobre el nivel del mar.

Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

- Grabación de la Música. Tal como se transmitió anteriormente la música expone la dinámica y la rítmica propia de cada uno de los escenarios, transmite el carácter deseado en cada entorno creando periodos con características emotivas como peligro, lobreguez, agitación o tranquilidad.

La música de este proyecto expone ritmos típicos colombianos con un importante porcentaje de percusión, la música fue grabada en estudio, con micrófonos especializados para percusión y guitarra.

La música del videojuego es una fusión que busca identificar los personajes y la época en que este se desenvuelve, dentro de ella se encuentran diferentes tipos de instrumentos que ayudan a cumplir con el objetivo; los instrumentos utilizados son de viento, cuerda y percusión.

Las cuerdas son grabadas empleando un micrófono direccionado hacia la caja, no totalmente hacia la boca (figura 47 Posición micrófono para captura del sonido de guitarra), se puede complementar con otro micrófono ubicado en la parte de arriba que puede ofrecer un color de los armónicos, cuando se hace uso de dos micrófonos a la vez hay que tener en cuenta que no existan cancelaciones de fase.

Existen otras posibilidades de grabación con tres micrófonos, dirigidos como el ejemplo anterior y uno mas en la parte de las cuerdas para lograr captar los graves. Las cuerdas son capturadas con los micrófonos AKG 414, AKG 535, Sennheiser MK 40.

Figura 47. Posición micrófono para captura del sonido de guitarra



Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

•

Los vientos requieren de micrófonos de características mas brillantes, y preferiblemente con atenuador para evitar la saturación en el micrófono. Los vientos pueden oscilar entre 87 Hz hasta 5kHz, es preferible ubicar el micrófono un poco inclinado y un poco mas abajo de la línea del instrumento, como se presenta en la figura 48 (Posición micrófono grabación vientos). Los micrófonos para la captura de los vientos son Neuman u87, Electrovoice RE – 20.

Figura 48. Posición micrófono grabación vientos



Diseño Sonoro 1899 Cuentos de Guerra

La grabación de instrumentos de madera por el tipo de sonido que entregan, requiere de cierto cuidado, sin contar que esto hay que agregarle los ruidos que se filtran al momento de interpretarlos; pero en ocasiones es bonito escuchar el efecto de aire producido. Para ello se puede ubicar el micrófono en dirección a la boca; las frecuencias están entre los 146Hz y los 5 kHz. Los micrófonos para la grabación de maderas son el AKG 535 y el Neuman U87.

Para las percusiones se utilizan generalmente micrófonos dinámicos y algunas veces de condensador cuando no existe mucha presión sonora frente al micrófono; este se direcciona hacia la parte de los parches o hacia el borde. Los parches se presentan en dos colores totalmente diferentes y se eligen según la textura que se le quiere dar a la canción.

Se pueden grabar con dos micrófonos para que uno capture cuerpo y otro bajos. Los micrófonos para la percusión son el Sennheiser 602, Sm 57 AKG 535 como se aprecia en la figura 49 (Posición micrófonos para percusión).

Figura 49. Posición micrófonos para percusión



Diseño sonoro 1899 cuentos de Guerra

5.3.4.2 Aspectos estéticos en la edición y mezcla

- Efectos. Ya capturados los efectos indispensables para el videojuego, con las técnicas mencionadas anteriormente, se examina la captura y se corrigen posibles errores en ella, la mayoría de efectos son grabados en técnicas stereo, lo cual permite que en el momento de la edición se juegue con el paneo que ayuda a recrear y dar vida a estos.

En ciertos casos para perfeccionar el sonido y lograr el color e intención deseados se trabaja con algunos plugins que permiten conseguir el objetivo de la mezcla (figura 50 Plugins protocols); especialmente en los efectos, los plugins ayudan a eliminar ruido de fondo o filtraciones indeseadas, rescatar algunas frecuencias y rechazar otras.

Los efectos son editados de tal manera (por ejemplo los pasos) que la secuencia no pierda sentido, se crea un (loop) o un segmento que al ser repetido varias veces forme una secuencia continua donde no se perciban cortes ni saltos.

Al finalizar se agrega un limitador que ayuda a aumentar un poco el nivel del efecto a una altura deseada; al exportar el efecto debe hacerse en formato PCM.wav para que el motor en el cual se está trabajando el videojuego Cuentos de Guerra 1988 lo reconozca fácilmente.

La ecualización es una de las tareas de estudio más desconocidas; sin embargo, su uso es fundamental para conseguir un sonido realista y natural.

Los ecualizadores se pueden utilizar como filtros, para atenuar o eliminar frecuencias que molestan ruidos o interferencias que se pueden mezclar con el sonido original, Por ejemplo, el *hum* producido por una mala fuente de alimentación se reduce atenuando en 50-60 Hz aproximadamente. El *hiss*, común en los cassettes, se puede disminuir atenuando las altas frecuencias. Por lo general, los problemas ocurren en un rango determinado de frecuencias, por esto es que los ecualizadores paramétricos son los ideales para este propósito.

Figura 50. Plugins protocols



Rockin' the Mouse
<www.harmony-central.com>

- Música. En la parte musical después de haber grabado todos los instrumentos, se procede a eliminar ruidos filtrados (aunque casi nunca pasa), que puedan haberse colado en algún lugar de la grabación, se procede a dar el cuerpo a la canción y se involucran plugins que ayudan a dar el color buscado y mejorar algunos registros, esto para resaltar o rechazar frecuencias específicas.

La música del videojuego en la parte de la premezcla se cuadran niveles de instrumentos, teniendo en cuenta la frecuencia de cada uno de ellos y la presencia que se les quiera dar dentro de la interpretación, principalmente para las guitarras y las percusiones.

Para la parte de mezcla en 5.1 se utiliza el software Cakewalk sonar, que permite hacer una codificación de este sistema.

Cada canal es independiente: canal central, left, right, left surround, right surround., subwoofer. Se maneja la dispersión dentro de estos parlantes dependiendo el enfoque del jugador mediante volúmenes y paneos (ver figura 51 Nuendo, Canales independientes).

Cada instrumento musical, como cualquier otra fuente sonora, produce sonido en una zona determinada de este el espectro de frecuencias audibles que se encuentra en entre los 20 Hz y los 20 kHz; unos abarcan más espacio y otros menos. Y aquí es donde entran los ecualizadores: estos dispositivos alteran la respuesta en frecuencia de un sonido, aumentando o atenuando ciertas frecuencias.

“Los procesadores de efectos son el condimento para guisos musicales, tanto en la mezcla de sabores y pistas como en la transformación y búsqueda de nuevos sonidos en samples. Su utilización, bien sea en forma de hardware alojado en nuestro rack o bien en forma de software, permite dar ese toque personal a nuestro particular menú sonoro.

Etiquetas como “reverb”, “delay”, “chorus” o “flanger” son conocidas y utilizadas a la hora de crear una carta musical en forma de mezcla. Lo que se debe preguntar es si realmente se puede crear un plato de alta cocina sonora o simplemente se usan recetas básicas en forma de presets con las que todo termina sabiendo y sonando igual y que convierten nuestro proyecto musical en un simple menú del día”.

Figura 51. Nuendo, Canales independientes

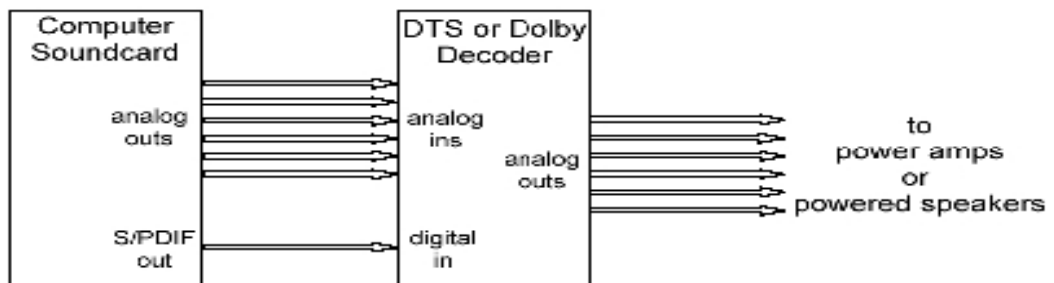


Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

Otro problema común es el del **enmascaramiento**: un instrumento con una resonancia o un pico en una frecuencia. Si bien este instrumento suena bien solo, al mezclarlo con otros puede interferir en la claridad de éstos, por lo que es recomendable atenuar estas frecuencias, comprimirlas o limitarlas.

- Ambientes. Para grabar y editar multicanal (esto también aplica para la música), son necesarias 6 salidas de audio; se puede usar cualquier tarjeta de sonido con 6 salidas (ver figura 52 Conexión multicanal), y también se necesita un receptor igualmente multicanal con 6 entradas, un ejemplo en este caso se utiliza la interface Diggi 001, que ofrece 4 canales de audio XLR y cuatro de línea.

Figura 52. Conexión multicanal



Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

Para el ambiente se manejan los cinco canales con el subwofer por separado como fue capturado por 5 micrófonos se asigna cada uno a un canal ofrecido por la interface Digi 002 cuatro por entrada de micrófono y uno mas por entrada de línea y se mezcla utilizando niveles y paneos.

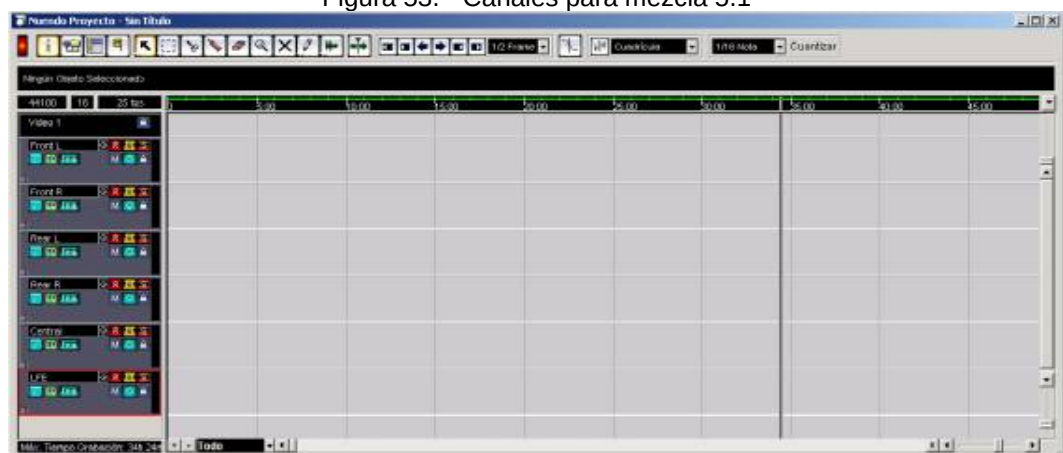
Es importante escuchar las mezclas multicanal en la mayoría de situaciones, ya sea en sistemas profesionales o caseros, para escuchar el comportamiento de la mezcla y la reacción de las ediciones en otros equipos.

Para mezcla en 5.1 existen diferentes configuraciones teniendo en cuenta los elementos con los que se va a trabajar. Es indispensable tener un buen ordenador, un software de edición, tarjetas profesionales, o protocols, una tarjeta de sonido, altavoces frontales, central, surraound y subwofer.

La tarjeta de sonido es impórtate que decodifique el sonido multicanal, ya que cualquier señal que sea recibida la decodificará y la enviara a las salidas correspondientes.

En la figura 53 presentada en la siguiente página, se observa la ventana con los 6 canales predispuestos para la mezcla, tanto para el ambiente como para el sonido capturados y trabajados en 5.1. En la figura 54 aparece la ventana de mezcla, en donde se asignan las pistas de sonido a diferentes canales, varian los niveles de mezcla, asignan los sonidos a los altavoces, graban secuencias, oponen pistas y se ecualiza, entre otros.

Figura 53. Canales para mezcla 5.1



Diseño sonoro 1899 cuentos de guerra

Figura 54. Ventana de mezcla



Diseño sonoro 1899 cuentod de Guerra

5.3.4.3 Aspectos estéticos para la Calibración 5.1. La calibración del sistema 5.1 para el videojuego, se desarrolla a la luz de la norma que rige la producción de películas en DVD, puesto que el videojuego tiene el mismo formato.

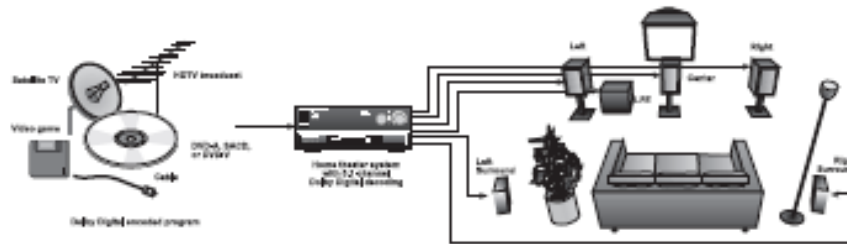
Cuando las consolas de video se adaptan mas y se integran mas a los sistemas de teatro en casa, es lógico trabajar de acuerdo a los sistemas de video.

La calibración es realizada en base a la información encontrada en 5.1-Channel Music Production Guidelines, donde es generado un ruido rosa en cada canal independiente, con el sonómetro que se encuentra programado en ponderación C se mide 85 dB de nivel de SPL, por norma en los parlantes central, laterales traseros se hace un incremento de 5 dB, y en el subwoofer y en los laterales se opta por dejar el mismo nivel medido 85 dB.

El ajuste de los niveles de salida se hace mediante el software con el que se esta trabajando, se procede a reproducir un ruido rosa en cada uno de los canales. Con el sonómetro se miden los niveles y se ajustan hasta que se consiga escuchar todos los canales al mismo nivel (ver figura 55).

Esto deberá coincidir con la indicación de “0 VU” en el indicador del mezclador (VU-meter) que corresponderá a un nivel de -20 dBFS en el sistema de grabación digital. (ver Anexo C)

Figura 55. Calibración del sistema

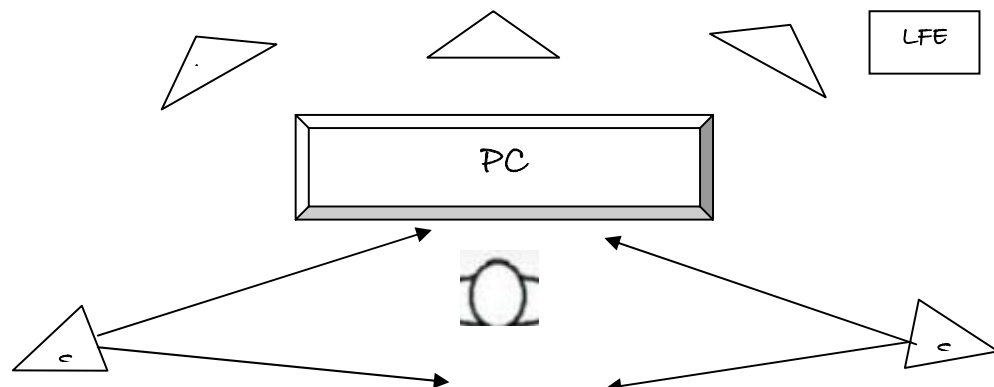


Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

- Ubicación 5.1 en sala. En vez de utilizar dos altavoces, se hace uso de tres altavoces frontales, el central se usa mas que todo para diálogos, es indispensable no olvidar que todos los altavoces deben estar a la misma altura una medida estándar, de 1m y 20 cm que es aproximadamente la altura de los oídos.

En la realización de Cuentos de Guerra 1899 los altavoces traseros y el subwoofer son de igual calidad que los altavoces frontales, además todos deben estar en una medida equidistante y alineados con respecto al punto de escucha como aparece siguiente página, figura 56 Ubicación espacial del sistema 5.1.

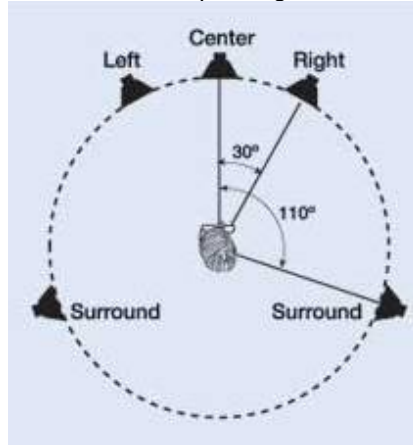
Figura 56. Ubicación espacial del sistema 5.1



Diseño sonoro 1899 Cuentos de guerra

A partir del altavoz central ubicado en la parte del centro, los altavoces izquierdos y derecho son ubicados a 30 grados del mismo, formando un ángulo de 61 grados entre ellos dos. Es probable también trabajar con ángulos de 45 o 50; los altavoces surround se posicionan a 110 grados del centro en los laterales posteriores detrás del oyente y a la altura de los oídos o, como máximo, a 30 centímetros (ver figura 57 Ubicación por ángulos en el sistema).

Figura 57. Ubicación por ángulos en el sistema



Diseño sonoro 1899 cuentos de guerra

Esta posición de los parlantes dentro del recinto proporciona una buena integración del campo sonoro, los 5 altavoces se calibran de la misma forma. El balance entre los canales se ajusta de tal forma que se oiga el mismo nivel sonoro (de la señal) en la posición de escucha; Es mucho mejor usar el nivel de ganancia controlado por el amplificador.

5.4 IMPLEMENTACION DEL DISEÑO EN EL VIDEOJUEGO

5.4.1 Programación del ambiente sonoro en el videojuego

5.4.1.1 Generación de los archivos ejecutables del videojuego 1899 Cuentos de guerra. EL proceso para la generación de los archivos ejecutables del videojuego consta de 3 fases: edición, traducción a código máquina / compilación y enlace / creación del ejecutable.

- Edición Cuentos de guerra. Este proceso consiste básicamente en la creación y edición del código fuente del videojuego, para esto se puede utilizar o un lenguaje de programación como C++, Java, C#, Python, etc, o

un lenguaje de script que consiste en una versión simplificada de algún lenguaje.

- Traducción a código máquina / compilación. El código fuente del video juego es realizado en un lenguaje de programación que es fácilmente entendible por las personas pero no por un computador, por lo tanto es necesario hacer una traducción del código fuente a un código que el computador pueda procesar, este proceso se llama *compilación*.
- Enlace / creación del ejecutable. Con el código fuente compilado ya es posible para el computador crear el archivo ejecutable del videojuego, este proceso consiste en montar y enlazar el código compilado en uno o varios códigos ejecutables por el computador y finalmente la creación a partir de estos códigos de archivos ejecutables por el usuario final.

5.4.1.2 Motor de juego 3D Gamestudio. 3D Gamestudio es el motor de juego a partir del cual se desarrolló 1899 cuentos de guerra. Este motor facilita algunos de los pasos necesarios para la realización de un videojuego como inicialización de pantallas, manejo de resoluciones, importación de diferentes tipos de archivos, etc; el motor consta de 3 aplicaciones: WED que es el editor de niveles y compilador / generador de archivos ejecutables, MED que es el editor de modelos 3D y SED que es el editor de código fuente.

5.4.1.3 Desarrollo del código fuente encargado del manejo del ambiente sonoro del videojuego 1899 Cuentos de Guerra. Como se menciono anteriormente el videojuego esta definido por su código fuente, el videojuego consta de numerosos archivos de código fuente encargados de varios elementos del videojuego como por ejemplo gráficos, comportamiento enemigo, manejo de eventos y manejo del ambiente sonoro.

Para el videojuego se utilizaron un lenguaje de programación y un lenguaje de script, los cuales fueron C++ y C-Script respectivamente, C++ fue utilizado en la creación de algunos de los plugins o librerías externas que fueron necesarias para integrar algunos de los elementos que tenia que llevar el videojuego y que no podían ser realizadas con las herramientas brindadas por el motor que se utilizo (3D GameStudio) como por ejemplo la reproducción del formato AC3.

C-Script en cambio fue utilizado en la mayor parte de la creación del videojuego este lenguaje de script es una versión simplificada de C++ y esta diseñado específicamente para el motor utilizado, debido a esto C-Script ofrece ventajas en la programación sobre todos los demás lenguajes, pero a su vez también la limita puesto que son más restringidas las definiciones de las reglas de programación.

Un ejemplo de estas limitantes son los formatos de audio que pueden ser utilizados por omisión dentro del motor, en un principio solamente era posible reproducir los formatos de audio primarios: midi, wav, mp3 dentro del videojuego. por lo cual para este proyecto fue necesario desarrollar una librería externa e integrarla con el motor para añadirle la funcionalidad de reproducir archivos con formato AC3 dentro del videojuego.

Una librería externa por lo general es un archivo con extensión .DLL (Dinamic Link Library) desarrollado en un lenguaje de programacion externo que cumple con ciertas reglas para que pueda ser integrada con algún otro software en este caso con el motor.

5.4.2 Métodos (Funciones) para el manejo del ambiente sonoro.

Se definieron 4 grandes clases de elementos sonoros que podían existir dentro del videojuego, así como también se implementaron métodos / funciones para poder reproducirlos y controlarlos, las clases de elementos consisten en:

5.4.2.1 Elementos multimedia por defecto. En este grupo entran los elementos como música de fondo, videos, etc que consisten en archivos soportados por el motor nativamente, como por ejemplo: formato de audio mp3, formatos de video avi y mpg.

5.4.2.2 Los métodos / funciones para reproducir y controlar un sonido de este grupo son:

- Métodos de Reproducción.
 - media_play(nombre, bmap,volume)
 - media_loop(nombre, bmap,volume)

- para reproducir un archivo una sola vez o en loop indefinido respectivamente
- Sus parámetros consisten en:
 - NOMBRE: el nombre del archivo a ser reproducido
 - BMAP: en caso de que se este reproduciendo un archivo de video la imagen que servirá como marco de este
 - VOLUMEN: el volumen con el que será reproducido su rango va desde 0 a100. Este método retorna un apuntador / referencia al sonido que se esta reproduciendo.
- Métodos de Control.
 - Media_pause(apuntador sonido): para pausar un sonido su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar
 - Media_stop(apuntador sonido): para parar un sonido su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar
 - Media_playing(apuntador sonido): para conocer si un sonido se esta reproduciendo, su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar.

5.5 Sonidos 3D

Son los elementos como pasos, disparos, ruidos, golpes,etc basicamente efectos cortos que consisten en archivos .wav mono o estereo, estos sonidos fueron llamados 3D porque son sonidos posicionales, es decir si se ubican en un lugar dentro del mundo 3D del videojuego, la dirección de donde se genera el sonido y su volumen están afectados por la posición de la cámara con respecto a la fuente del sonido.

Los métodos / funciones para reproducir y controlar un sonido de este grupo son:

5.5.1 Métodos de Reproducción

Para reproducir un archivo una sola vez o en loop indefinido respectivamente se usa:

- ent_playsound(entidad, sonido, volumen)
- ent_playloop(entidad, sonido, volumen)

Sus parámetros consisten en:

- ENTIDAD: el nombre de la entidad (modelo, objeto,etc) que actuara como fuente de este sonido dentro del videojuego *SONIDO*: es el nombre del sonido (necesariamente un archivo .wav) previamente definido que sera reproducido.
- VOLUMEN: el volumen con el que sera reproducido su rango va desde 0 a1000.

Este método retorna un apuntador al sonido que se esta reproduciendo

5.5.2. Métodos de Control

- snd_stop(apuntador sonido): para parar un sonido su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar.
- snd_playing(apuntador sonido): para conocer si un sonido se esta reproduciendo, su parametro es el apuntador al sonido que se desee pausar.

5.6 Elementos multimedia por plugins

En esta categoría entran la música y efectos que son reproducidos gracias a las librerías externas desarrolladas, es decir los archivos de audio con formato AC3.

Debido a que los plugins son adiciones de funcionalidad al motor, los métodos/funciones para reproducir estos sonidos se mantuvieron con una sintaxis muy similar a las anteriores:

5.6.1 Métodos de Reproducción

- media_play(nombre, 0,volume) media_loop(nombre, 0,volume)

Sus parametros consisten en:

- NOMBRE: el nombre del archivo .AC3 a ser reproducido
- VOLUMEN: el volumen con el que sera reproducido su rango va desde 0 a100.

Este método retorna un apuntador/referencia al sonido que se esta reproduciendo.

5.6.2 Métodos de Control

- `media_pause(apuntador sonido)`: para pausar un sonido su parametro es el apuntador al sonido que se desee pausar.
- `media_stop(apuntador sonido)`: para parar un sonido su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar.
- `media_playing(apuntador sonido)`: para conocer si un sonido se esta reproduciendo, su parametro es el apuntador al sonido que se desee pausar.

5.6.2.1 Sonidos planos. Son sonidos similares a los sonidos 3D pero no son afectados por su ubicación.

5.6.3 Métodos de Reproducción

Para reproducir un archivo una sola vez o en loop indefinido respectivamente se utilizan:

- `snd_play(sonido, volumen, balance)`
- `snd_loop(sonido, volumen, balance)`

Sus parámetros consisten en:

- SONIDO: es el nombre del sonido (necesariamente un archivo .wav) previamente definido que será reproducido.

- **VOLUMEN:** el volumen con el que será reproducido su rango va desde 0 a 1000.
- **BALANCE:** el balance estereo con el que será reproducido su rango va desde -100 (izquierda) a 100 (derecha).

Este método retorna un apuntador / referencia al sonido que se esta reproduciendo

5.6.4 Métodos de Control

Para parar un sonido su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar:

- `snd_stop(apuntador sonido)`

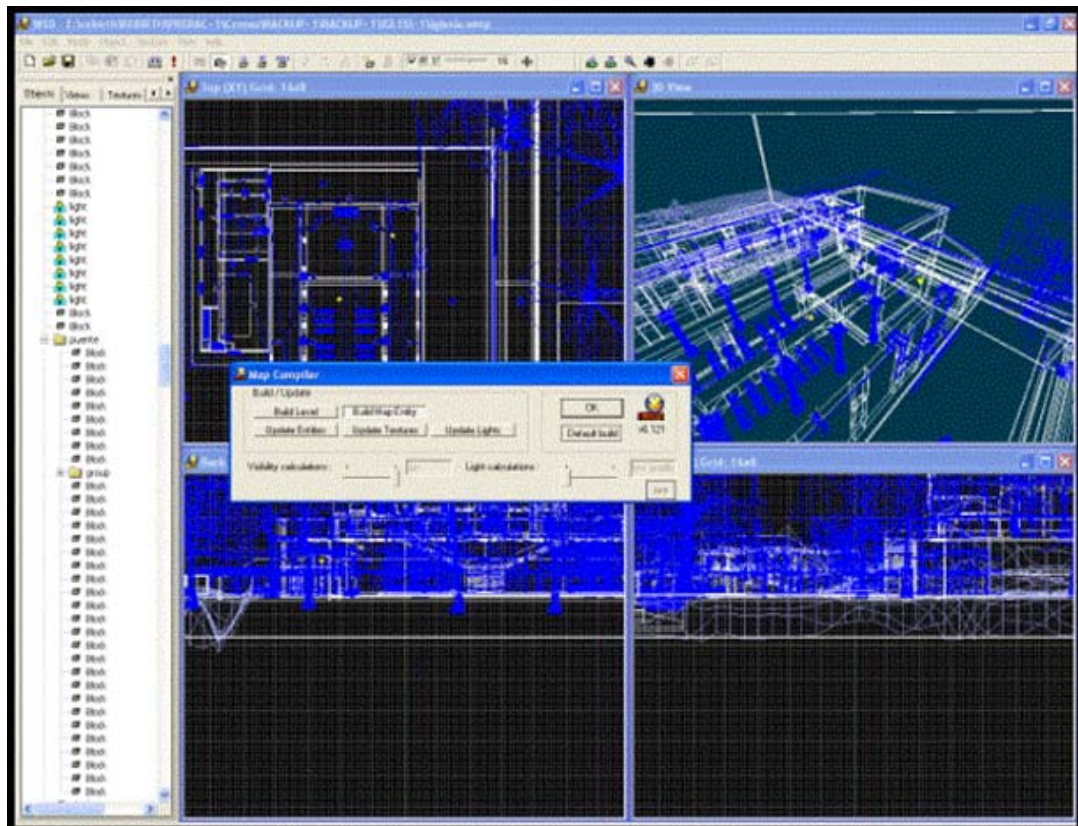
y para conocer si un sonido se esta reproduciendo se utiliza:

- `snd_playing(apuntador sonido)`

su parámetro es el apuntador al sonido que se desee pausar.

En la próxima figura (figura 58, Geometría de editor de niveles) se muestra la geometría en el editor de niveles del motor 3D Game Studio en el que fue elaborado el videojuego. La ventana activa, invoca la acción de compilar y correr la aplicación. Las luces amarillas, son fuentes de sonido estáticas con un radio definido, esta aplicación de compilación también se aplica para fuentes lumínicas, cámaras o cualquier otra función.

Figura 58. Geometría de editor deniveles



Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

Como editor del código del juego en el motor, se usa un lenguaje de C SCRIPT (versión simplificada de C ++ o java compilado por le mismo motor) éste facilita la programación del juego y a la vez lo limita, puesto que son más restringidas las definiciones de reglas de programación, y estas incluyen los formatos de audio primarios: mp3 y .wav, por lo cual para este proyecto de grado fue necesario construir una librería externa y crear interfaz con el motor permitiendo escribir un plugin .DLL para que reconozca el formato .Ac3 basándose en una librería en C++. Esta a su vez añade funcionalidad al motor. En las figura 59 y 60 se presenta una imagen de la página de programación en C SCRIPT a partir de códigos exponen las **condiciones de programación de audio**.

Figura 59. Página de programación en C SCRIPT

```
1430 }
1431 else
1432 {
1433     if(event_type == event_scan)
1434     {
1435         if(nive < 2)
1436         {
1437             media_pause(ex);
1438             tipo_musica = 1;
1439             duracion = 100;
1440         }
1441     }
1442 }
1443
1444 if(event_type == event_entity)
1445 {
1446     if(you == null){wait(1);}
1447     if(you.skill10 == 5)
1448     {
1449         player.skill29 = 1;
1450         you.skill10 = 0;
1451         //player.skill29 = 0;
1452         //player.skill3 -= 20;
1453         fade_out();
1454         if(nive < 2)
1455         {
1456             media_pause(ex);
1457             tipo_musica = 1;
1458             duracion = 100;
1459         }
1460     }
1461 }
1462 }
1463 }
1464 }
```

Diseño sonoro 1899 Cuentos de Guerra

Un ejemplo de programación de audio presentado, hace referencia al lenguaje correspondiente para que la música suene o deje de sonar. Esto a través de la función llamada EX MEDIA PAUSE, que modifica en la variable tipo música.

Figura 60. Página de programación sonora en C SCRIPT

```

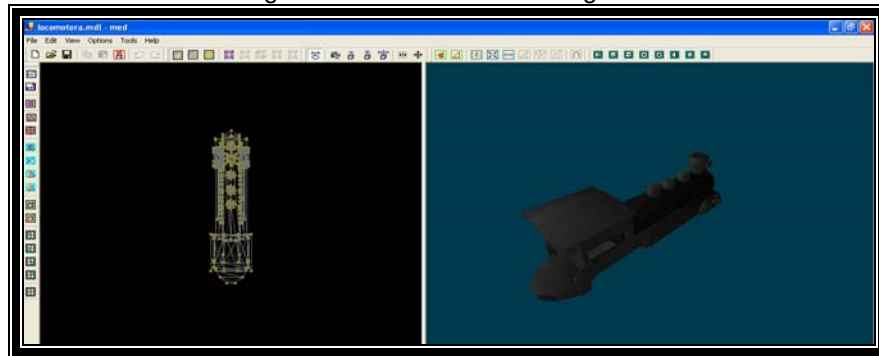
4  /*****
5
6  DEFINICION DE LOS BOT
7
8  1: herol
9  2: hero2
10 3: hero3
11 4: enemigol
12 5: bala
13
14
15 *****/
16
17 include <variables.wdl>;
18
19 //string punto_pcx = <punto.pcx>;
20 entity* balaf;
21 entity* machete_enemigo;
22 var algunam;
23 var yui;
24
25
26 //entity BOT
27 {
28     define id,          skill1;          // Identificador para el BOT
29     define tipo,        skill2;          // Tipo: 0 NPC, 1 Enemigo
30     define energia,     skill3;          // la energia del BOT (0-100)
31     define dialogo,     skill4;          // el número de dialogos distintos posibles con el B
32     define item,         skill5;          // 1 si el BOT nos da un item 0 si no
33     define atacando,    skill6;
34     define guardia,     skill7;
35     define machete,     skill8;
36     define arma_fuego,  skill9;
37     define head_pos,    skill11;
38     define middle_pos,  skill12;
39     define leg_pos,     skill13;
40     define quietos,     skill14;
41     define defensa,     skill131;
42     define herido_bala, skill129;
43     define con_machete, skill117;
44     define con_arma_fuego, skill118;
45     define herido,      skill119;
46

```

Diseño sonoro 1899 cuentos de Guerra

En la Figura 61, se puede observar la primera parte de la función asignada a los personajes cargados por la computadora, ítem, guardia, ataque, tipo de arma, posición del guardia, diálogo o cualquier tipo de acción.

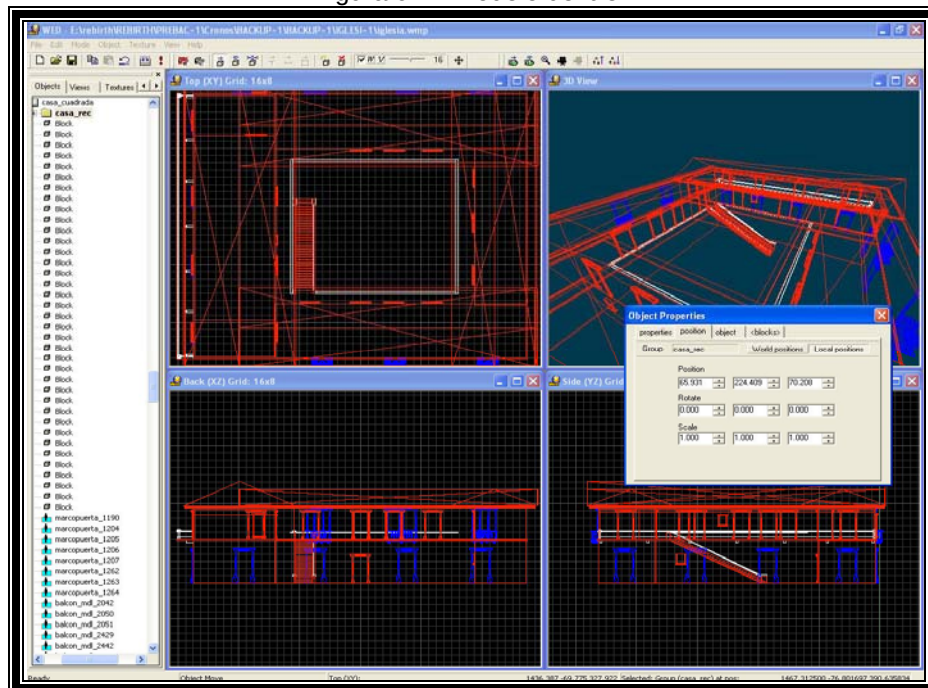
Figura 61. Prime función asignada



Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

Igualmente se aprecia en la figura 62 el modelo del tren importado y visto en el editor del modelo con la textura básica, sin la aplicación de color Cell Shaded (aplicación de sombra y pintura “a mano”, capa que matiza ciertas partes del objeto como dibujo animado).

Figura 62. Modelo del tren



Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

Al separar una de las casas del juego donde se puede ingresar o donde hay enemigos, se ve la geometría del nivel y los modelos; en ésta gráfica están

seleccionados los modelos de la segunda planta en color rojo, en azul están los modelos no seleccionados y en blanco geometría del nivel no seleccionada; los elementos seleccionados están por grupos en la izquierda de la pantalla: las propiedades del grupo seleccionados, posición en el mundo, objetos con los que están armados y nombre dentro del motor. La escala de estos objetos son relativas al modelo importado (ver figura 63).

Figura 63. Diseñando Textura A objetos

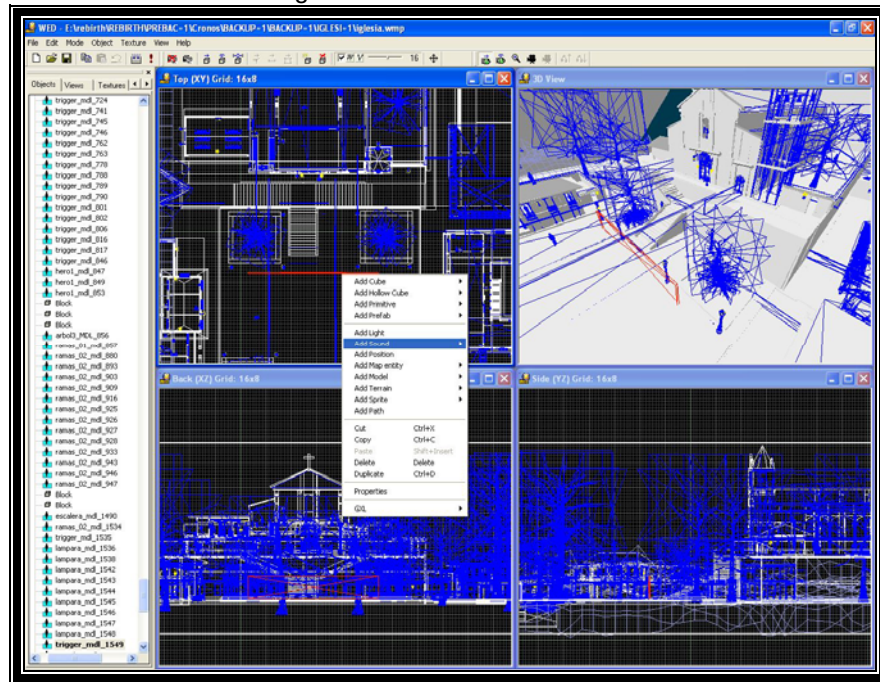


Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

Los modelos importados de software especializados en originar figuras tridimensionales como Maya o de 3DMax, son lo únicos que pueden emitir sonido, es decir, estos objetos son los únicos a los que se le puede asignar una función sonora, a diferencia de los objetos creados por Geometría de Nivel dentro de 3D Game Studio.

5.6.4.1 Sonido asignado por barreras invisibles. Las Barreras Invisibles son obstáculos puestos con la finalidad de activar un parámetro cuando el jugador cruce este dispositivo. Seleccionando una de las barreras invisibles en el juego se puede variar los cambios de cámara, activa cambios de la función de sonido o acción de los enemigos (ver figura 64 barreras invisibles).

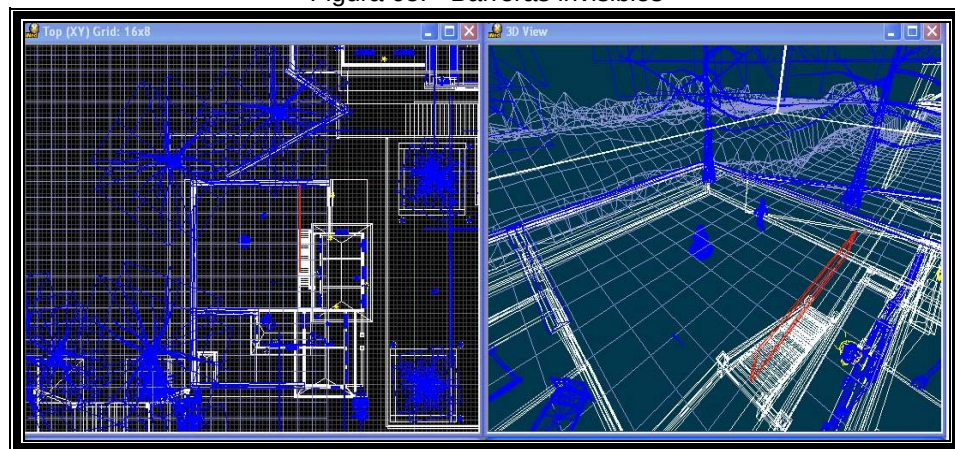
Figura 64. Barreras invisibles



Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

Este sonido, es conocido como Trigger, y técnicamente añade sonidos o cualquier acción desde la interfaz del motor. Nativamente 3D Game Studio designa dependiendo la posición de los objetos, si éstos se escuchan cerca o lejos (variación en intensidad y en reverberación). Estas acciones de Barreras Invisibles puede designarse para que suene desde el modelo, o si se programa se le puede indicar que suene cualquier otro modelo en cualquier otro lugar del tablero (ver figura 65).

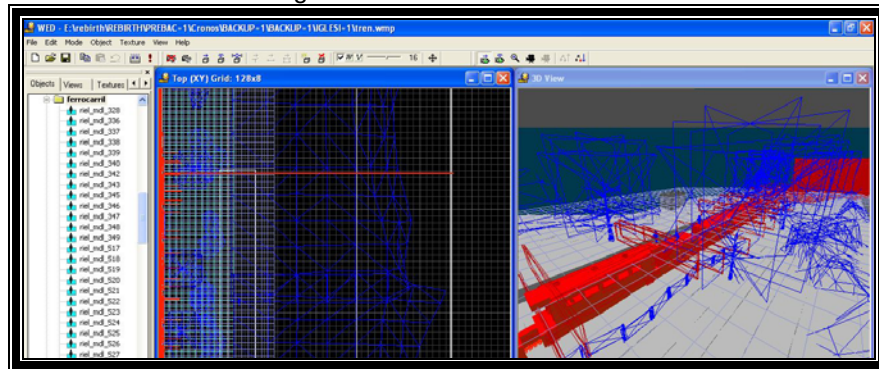
Figura 65. Barreras invisibles



Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

En el ejemplo presentado a través de la imagen en la figura 66, la barrera invisible en rojo, se encuentra estratégicamente ubicada en las escaleras para activar el sonido de la fuente de agua en el patio del nivel inferior. De esta misma manera puede situar otra barrera adyacente para desactivar la fuente de agua en el caso que el jugador suba a la segunda planta.

Figura 66. Barreras invisibles



Diseño sonoro cuentos de Guerra 1899

En el nivel del tren estando seleccionada la locomotora, se designan muchos cambios en el audio para los pasos del jugador, dependiendo si éste se encuentra fuera del tren, en el techo o adentro del vagón, ubicando barreras en las entradas y salidas de vagón se le asigna el sonido indicado.

5.7 Activación del sonido

Para dar un ejemplo de cómo se activan los sonidos dentro de los videojuegos, los pasos del personaje tienen un frame de animación, se analiza en qué número de frame el pie del personaje y esto llama a la función para que reproduzca el paso, igualmente se tiene en cuenta la textura del piso.

Para la respiración se le denomina al personaje una variable que acumula un valor, cuando el personaje corre aumenta la variable, cuando deja de correr esta comienza a disminuir. Cuando la variable es igual a 0 la respiración no se activa, pero en caso contrario cuando la variable aumenta la respiración igualmente aumenta.

Para los disparos del jugador el sonido se crea en el punto donde se apunta, si es un impacto contra el enemigo se escucha el quejido de él, para que los quejidos de él no sean iguales a este se le denomina un nivel de energía, que varía, si en

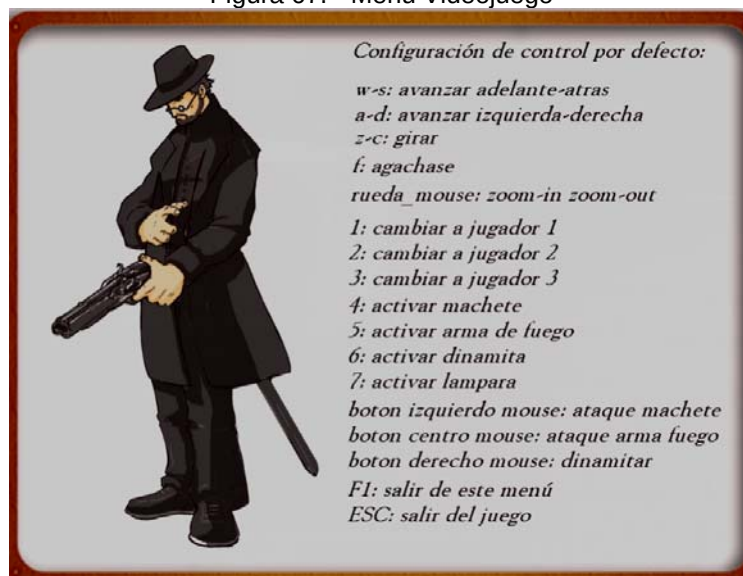
el primer disparo tiene 50 de energía suena un archivo de audio, y si en le segundo tiene 70 de energía se activa el segundo. Si el disparo llega a un modelo que no es el enemigo varia el sonido es un disparo sec, y si se estrella con geometría de nivel transparente, activa el disparo con eco.

Combos de personaje, se comportan de la siguiente manera, si lanza un ataque con espada se activa el sonido y si lanza nuevamente antes deque termine el movimiento anterior, inmediatamente se llama al otro sonido. El personaje y la espada son dos objetos diferentes pero como estan pegados, cuando el personaje se mueve la espada también, esta última es la que confirma en que esta pegando y activa el sonido de lo que esta tocando.

5.8 Codificación AC3 en el videojuego

Así como el motor está basado en DirecX y Direct 3D (accesos directos a la tarjeta de video sin necesidad de pasar por el sistema operativo) el lenguaje del juego esta hecho de tal forma, que está permitido añadirle plugins adicionales a los que trae el motor (originalmente .wav) para posteriormente introducirles módulos externos ya contruidos como decodificación de .ogg y . mp3. Así que se crea un archivo ejecutable tipo .dll y se asigna a través de un acceso directo conocido como Direct Play para implementarle el archivo deseado y su reconocimiento y decodificación en el sistema como un medio nativo.

Figura 67. Menú Videojuego



Videojuego 1899 Cuentos de Guerra

Para poder codificar cualquier formato .wav en .ac3, poder ser reconocido y reproducido por el sistema, la banda sonora se pone en una pista denominada “1ª” y los efectos de sonido en otra pista llamada “2ª”, así se logra exportar el audio en forma independiente (ver figura 68).

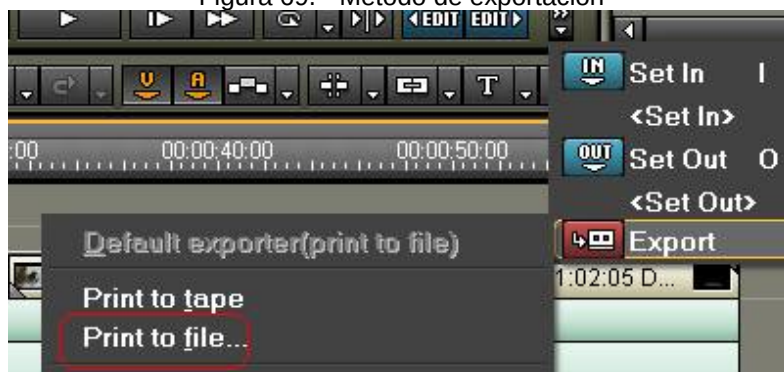
Figura 68. Audios



Software Nuendo

Se exporta el audio “1ª” que usa como canal central. Para lograrlo hay que desactivar los otros canales, luego escoger la opción export y prin to file, o export file (ver figura 69).

Figura 69. Método de exportación



Software Nuendo

luego se selecciona en la ventana de exportación la opción PCM wave exporter, (ver figura 70) y se guarda como *canal central*.

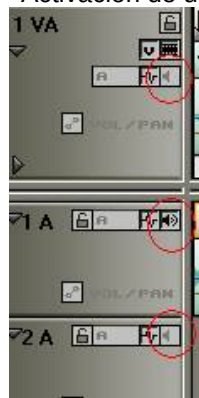
Figura 70. Opción de exportación



Software Nuendo

Se hace lo mismo con los canales frontales. Se activan, y se desactivan los demás, y se repite el mismo procedimiento guardado como *canales frontales*; y así se realiza con el resto de canales, cada uno guardado con su respectivo nombre.(ver la figura71).

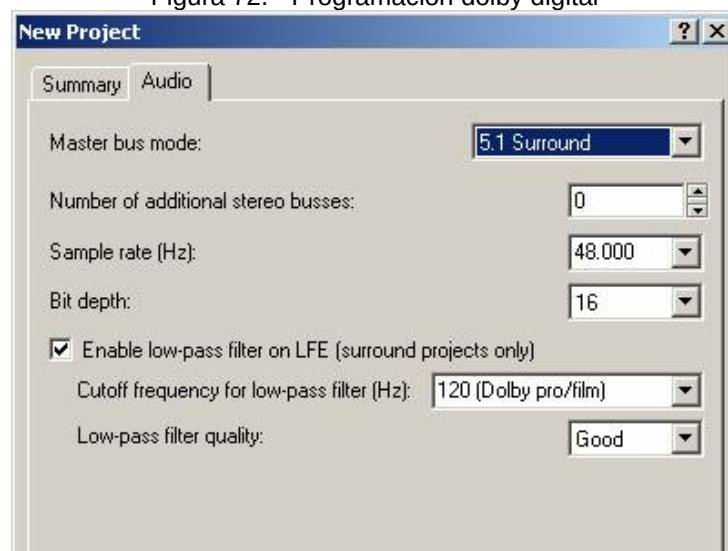
Figura 71. Activación de un solo canal



Software Nuendo

Luego se usa un programa que permita la codificación en dolby digital AC-3, se abre un proyecto en 5.1 surround con frecuencia de muestreo de 48kHz a 16 bits, (ver figura 72).

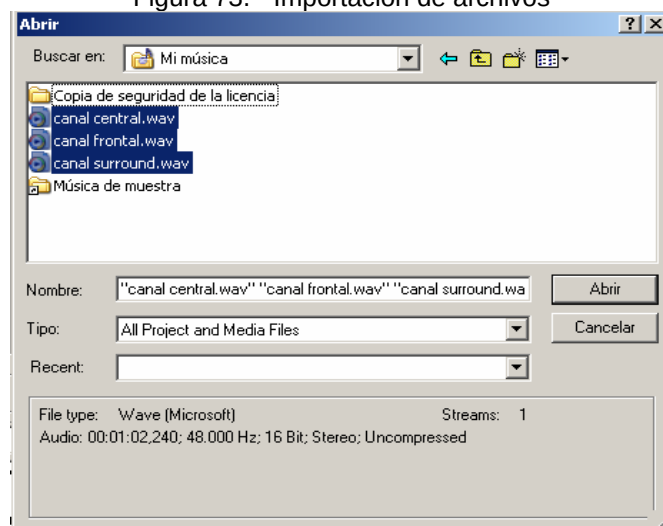
Figura 72. Programación dolby digital



Software Nuendo

Se importan los archivos que ya se habían creado anteriormente (ver figura 73), y quedan los canales con su señal respectiva.

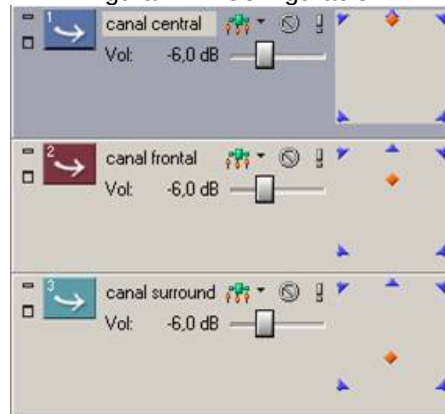
Figura 73. Importación de archivos



Software Nuendo

Se selecciona cualquiera de las pistas, se pulsa la tecla “p”, así se podrá configurar el audio key frame, el central se deja en el medio los laterales paneados a un 40 % puede ser y quedaran configurados los surround, se puede ver en una ventana mas grande si se desea (ver figura 74).

Figura 74. Configuración



Software Nuendo

El volumen de cada canal se puede manejar de forma independiente para jugar con la mezcla y lograr el objetivo deseado; luego para exportar en AC-3 se escoge la opción file, exportar como Dolby Digital AC-3 y queda listo para incorporarlo al videojuego (ver figura 75).

Figura 75. Exportación en formato AC3



Software Nuendo

6. CONCLUSIONES

- Se concluye que el sonido en los videojuegos crea una vía alterna de acción y desarrollo profesional, facilitando la evolución de espacios tecnológicos de calidad.
- La interdisciplinariedad fomentada en aportes y asociaciones con áreas profesionales afines a la ingeniería de sonido, con un fin común, permite que músicos, ilustradores, diseñadores gráficos e ingenieros de sistemas desarrollen proyectos de calidad.
- La propuesta incorpora y abstrae conocimientos adquiridos durante 5 años de carrera profesional, para su aplicación en una función independiente a la aplicada en la académica, apoyando la iniciativa de mejorar el sonido para audiovisuales como videojuegos, filmes y animaciones en formatos 5.1 y el 7.1; que conjunto con el avance e impulso de estos medios de entretenimiento, aporta a la industria la educación y la cultura.
- Aunque en el país el campo de los videojuegos se encuentra en desarrollo especialmente la parte visual hay herramientas tecnológicas para la implementación del aspecto sonoro en proyectos audiovisuales.
- La implementación de diseños sonoros en audiovisuales crea campos investigativos hacia nuevas áreas de conocimientos ampliando conceptos y temáticas utilizadas en otras áreas de investigación.
- La realización de un diseño sonoro en un videojuego crea un nivel de exigencia, compromiso y responsabilidad debido al campo que cubre el proyecto.
- El diseño sonoro aporta al videojuego, tensión, realismo en el transito y en el combate del videojuego.
- La música y su disposición en el espacio auditivo genera una percepción y exaltación mas clara de los bloques instrumentales.
- Se comprueba que con herramientas de sonido avanzadas se pueden adaptar características cinematográficas para el diseño sonoro de videojuegos.

7. RECOMENDACIONES

- Las pautas a seguir en la elaboración, de los efectos y la musicalización al igual que las técnicas mas apropiadas de captura de sonido, son coherentes con respecto a la imagen que se esta proponiendo y la intención que el creador quiere expresar.
- Cada ambiente y efectos se introduce por separado a un volumen alto e internamente en la programación se adecua según la necesidad, para evitar complicaciones de volúmenes bajos.
- Los sonidos se componen de archivos monofónicos y estereofónicos tanto para el desplazamiento como para su fijación en el centro, y de archivos .ac3 para un 5.1 que decodificado por Dolby Digital, permanece estático frente a los demás eventos del juego.
- El resultado del diseño sonoro depende del montaje codificación del sistema 5.1.
- Los altavoces que se utilizan para la mezcla en 5.1 son del mismo modelo o de lo contrario lo mas parecido a la pareja de altavoces frontales, el amplificador central esta a la misma altura que los demás si no es así existe una inclinación en sentido para que el tweeter este en la posición mas cercana de la línea original.
- Los altavoces surround son iguales en calidad que los altavoces centrales, si no es así se trabaja con altavoces mas pequeños pero de la misma serie.
- El surround y los altavoces frontales se ubican equidistantes y alineados con respecto al punto de escucha y en fase tanto entre ellos como con los frontales.
- Una correcta integración del altavoz de sub-graves con altavoces principales, asegura una respuesta de frecuencia amplia suave e uniforme con todos los altavoces.

- Los sonidos graves que no se pueden reproducir por cada uno de los canales que no se pueden reproducir por los altavoces principales se redireccionarán a los altavoces de sub-graves.
- Para una señal de audio coherente a través del espectro sonoro audible se mantiene el conjunto sonoro en el canal principal no por separado evitando dispersión sonora.
- Existen mas formatos de audio que brindan una buena respuesta en los juegos de video y que ofrecen también buenos resultados.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO BERNAL, David. La síntesis y el procedimiento del sonido como propuesta para la creación de una banda sonora. 2005.

FERNÁNDEZ FASANI, José Luis. Introducción al sonido en videojuegos (1ª parte). 2003

HOLMAN, Tomlinson. 5.1 surround sound : up and running 2000.

IGLESIAS, Simón Pablo. Post producción digital de sonido por computadora. México D.F. Alfa-Omega. 2002.

KENNY, Tom. Sound for picture : film sound through the 1990s 2000

MILES, David. Modern recording techniques Huber. 1995

TRIBALDOS, Clementine. Sonido profesional, estudios de registro profesional. Madrid, España. Parafino S.A. 2da edición 1993.

PADILLA, Juan Carlos. Conferencia N°1 sobre armonia moderna. Bogotá, Colombia. pag 1.

Página oficial Digidesing www.digidesing.com

Página oficial Shure www.shure.com

Página oficial AKG www.akg.com

Página oficial Bheringer www.bheringer.com

Pagina oficial Audiotechnica www.audiotechnica.com

Referencia online [Kedume's blog](#), articulos sobre videojuegos, página en internet

Referencia online http://www.casalibertella.com.ar/html/microfono_b2-pro_condenser_mul.html

Referencia online <http://www.codepixel.com/tutoriales/sonido51/>

Referencia online <http://www.video-computer.com/>

SAVIOLI, carlos U. Introducción a la Acustica. Argentina. Espacio Editora.

ANEXOS

ANEXO A

Carta de aprobación del programador del videojuego para hacer uso del producto

ANEXO B

Jose Roberto Ardila
Diseñador y programador
Cuentos de Guerra 1899

Opinión Sobre este proyecto

El desarrollo y el manejo del aspecto sonoro dentro de un videojuego es mucho mas complejo que en otros tipos de producciones audio visuales como cine, películas, animación, etc. En estas todo está escrito, todo tiene un ritmo que no es variable, esta basado en un esquema predeterminado que el compositor conoce de antemano, aparte que no existe ningún tipo de limitación establecida para el artista, en un videojuego nada de lo anterior aplica.

Debido a la naturaleza interactiva de un videojuego el ambiente sonoro debe estar constantemente adaptándose a la situación que se este llevando a cabo dentro del juego, las cuales por lo general nunca están preestablecidas, no solo esto, en un videojuego existen fuertes limitaciones técnicas como por ejemplo tamaños, formatos de archivos de sonido, memoria, sincronización en equipos con diferentes configuraciones, etc.

El desarrollo de la música (banda sonora, efectos de sonido) es uno de los apartados fundamentales en el desarrollo de cualquier videojuego y este caso no es la excepción. La importancia de una buena banda sonora y de unos efectos de sonido impactantes no ha de ser menospreciada, y en el caso de 1899 cuentos de guerra es un factor que le dio al juego la atmósfera y el ambiente anímico y ayudó a que se entendieran muchos elementos que pasarían desapercibidos a simple vista.

En el desarrollo del apartado sonoro para 1899 cuentos de guerra se utilizaron dos tecnologías el sonido envolvente 5.1 y el audio posicionado en 3D para banda sonora y efectos de sonido respectivamente, en este proceso se encuentran varios retos tanto técnicos como artísticos.

Entre los retos artísticos encontrados la búsqueda de una ambientación sonora que se adaptara a las ambientaciones gráficas y los movimientos de los personajes, los cuales incluían la búsqueda de los sonidos y música correspondientes que acompañaban a la acción y reflejen con la mayor fidelidad posible la escena en la que se están desarrollando, tomando en cuenta las limitaciones técnicas que se tenían.

Los retos técnicos incluyeron la búsqueda y adaptación de herramientas (plugins, etc) al motor de juego que se utilizó en el desarrollo del videojuego para que fuera posible la reproducción de sonido envolvente 5.1, la programación necesaria para la reproducción de estos y la programación del audio posicionado en 3D (ubicación de las fuentes de sonido, volumen reacción a eventos por parte del jugador o elementos del escenario, etc), y también el proceso de determinar las limitaciones en cuanto a tamaño y formatos de archivos de sonido a ser utilizados.

Debido a esto en todo el proceso se requirió de una constante retroalimentación en la hora de crear los sonidos / música y su integración dentro del juego.

El ambiente sonoro fue uno de los elementos mas importantes y que mas falta le hacían a 1899 cuentos de guerra, este proyecto le brindo al juego este importante elemento, y su implementación esta al nivel de juegos comerciales gracias a la utilización de sonido envolvente 5.1 y el audio posicionado en 3D.

ANEXO C

Audio Engineering Society

Convention Paper

Presented at the 117th Convention

2004 October 28–31 San Francisco, CA, USA

This convention paper has been reproduced from the author's advance manuscript, without editing, corrections, or consideration

by the Review Board. The AES takes no responsibility for the contents. Additional papers may be obtained by sending request

and remittance to Audio Engineering Society, 60 East 42nd Street, New York, New York 10165-2520, USA; also see www.aes.org.

All rights reserved. Reproduction of this paper, or any portion thereof, is not permitted without direct permission from the Journal of the Audio Engineering Society.

Establishing a Reference Playback Level for
Video Games

Dr. Mark A. Tuffy

THX Ltd, San Rafael, CA 94903 USA

mtuffy@thx.com

ABSTRACT

Over the last two decades, there have been dramatic advances in video game technology. In this time, audio for

games has moved from monophonic beeps to full 5.1 surround sound, utilizing Dolby Digital and DTS. While the

games industry has embraced these technologies, there are no standards or guidelines in place to ensure that game

audio exploits the potential of this delivery mechanism. As a result, there is still the push toward “louder is better.”

One element key to moving away from “loud” to “quality” is establishing a reference level for playback. This paper

suggests such a reference level and why this would be logical for the games industry to adopt.

1. MULTICHANNEL AUDIO

Traditionally multichannel audio recording and reproduction have their roots in the movie industry. In this industry, multichannel audio consists of many disparate elements, which are combined to produce a soundtrack complementing the artistic ideal of the visuals. Given the diverse nature of these individual elements, the motion picture industry quickly saw there

was the need to define procedures for the production and playback of content.

The initial establishment of playback levels for movie content can be found as far back as 1938 with the definition of the “Academy Curve.” The movie standards in use today, stem from work by Dolby in the 1970s. This work has progressed to specifications for both recording and playback of movie content [1-3]. These standards allow movie content to be developed and moved from location to location, with the knowledge that its integrity will be maintained, and the artist’s vision realized throughout production and postproduction. As home theater systems became more popular in the 1990s and brought multichannel audio into the home, manufacturers and technology companies created playback systems that delivered the content in a manner faithful to the title’s original theatrical release. Today, the video games industry is increasingly utilizing the same electronic delivery technologies, providing multichannel surround experiences to video game players. This is not a niche market, with recent surveys of home theater owners showing that close to 40 percent have integrated a video game console—Xbox, Playstation, or GameCube—into their home systems. Unlike the movie industry, there are no defined standards for the production and playback of game audio.

This leads to a wide variation in the perceived quality of game audio.

GAME AUDIO PRODUCTION/PLAYBACK

Similarities/Differences with Other Industries In many ways, game audio production now mimics the workflow of audio work for the movie industry. In game production an artificial soundtrack is produced by the creation of many different audio assets (similar to movie sound post-production), which are combined to provide a realistic audio counterpart to the visual presentation. However, unlike movies and broadcast programming, where the intent is for the soundtrack to complement the visual action, game audio plays a more critical role in the interactive experience. It provides the player with information on items that are not necessarily in their field of view. This audio cue may be vital to succeed in the game. For instance, in a racing game, the sound of an approaching vehicle heard from one of the rear speakers (out of view), will affect how the player reacts, and may determine the outcome of the race.

One major difference in making the video game experience immersive is the co-existence of many discrete effects, sounds and music, which trigger interactively in the game. Every time a game is played, the user experiences a new “interactive mix.”

2.2. Lack of Standards and the Impact on Content Given the importance of audio to the game playing experience, the lack of standards in the industry raises many

problems. Without any industry definitions for audio studios and how they should be set up (reference levels, relative dialogue levels), the artistic intent is often lost. A game player does not get to experience the full impact of the audio. In many cases, to try and counteract this problem, the decision is made during production to choose a nominal sound and normalize everything to that level. The dynamic range of the audio is severely compressed, meaning every audio asset in the game can now be heard. In some cases, production of a game may involve the artistic choice to compress audio to achieve a certain effect, but compression is often used to satisfy the mantra of “let’s make it loud!” This has a detrimental impact on the artistic intent of each asset and the feel of the game, and leads to experiencing an aural assault. This practice, combined with the lack of standardization in the games industry, means that audio content level is extremely variable —whether you are comparing different titles on the same platform or titles across multiple platforms. Each switch in title results in the user having to make substantial system volume changes.

This effect becomes apparent when game audio is compared to other content that uses the same delivery pipeline (DVD, broadcast and music). For example, as users flip between video games and DVDs, their home entertainment systems will experience dramatic shifts in playback levels. This difference is especially noticeable to the consumer with titles that tie closely into movie or broadcast content licenses, where comparisons can be made between the two. A key path to start correcting these inconsistencies is to set a standardized reference level for game audio playback. This would not only maintain a more consistent user experience for game players, but it would also allow more artistic exploitation of dynamic range within the audio soundtrack. In order to do this, two main areas have to be defined: the audio recording reference level and the calibration level of the playback system. Therefore, it is important to examine how other similar art forms or industries work, especially when technologies, equipment, and production talent from these industries are being integrated into game development.

3. CURRENT INDUSTRY REFERENCE LEVELS

Motion Picture

The motion picture industry has the longest experience in multichannel audio production. In movie postproduction environments, the equipment being used is designed with standards for recording levels, calibration and playback references. This means a sound mixer can create an atmosphere that audiences will realistically experience when they go to see the movie in a professional cinema or on a multichannel home playback system. This reference level allows the mixer to place both subtle and aggressive audio assets in the same context, and have the user experience them both. While the technology used for delivery of the audio

content has moved from magnetic striping to digital delivery, specifications have been set to allow consistency of content. The foundation of this is the setting of a recording reference level.

3.2. Recording Reference Level The recording reference level set out by the motion picture industry is defined in [1] as:

dB_{F20} S (1)

for digital recording media, with the corresponding analog recording level on magnetic media of:

185nWb / m (2)

These recording reference levels were set to reflect the increased 20dB of headroom in magnetic media, while maintaining consistency of content. For digital delivery, the 20dB of headroom allotted in this specification allows the inclusion of short dramatic portions of the soundtrack to enforce action on the screen. It should also be noted that the recording level for digital television tape recorders [4] is also set at -20dBFS.)

This standard reference also allows for content to be moved between disparate studio locations while ensuring the quality is maintained (something not common in game audio production) and the balance of the mix remains constant.

Playback System Reference Level With the reference level fed into the playback system defined in (1), the next step is to determine the physical sound pressure level from the playback chain given this input. In [3], the methodology and calibration of motion picture multichannel sound systems is defined.

- For individual screen channels, the spatially averaged SPL is defined as:

85dB_c (3)

- For surround loudspeakers:

- Single surround channel

85dB_c (4)

- Two surround channels

82dB_c (5)

(When fed a simultaneous in-phase signal, these channels will acoustically sum to give the reference level of 85dBc.)

- For subwoofers:

+10dB of in-band gain (compared to a screen channel) when viewed on a spectrum analyzer.

Given these reference levels, it is important to examine the translation of these to the home.

3.4. Consumer Electronics

The consumer electronics industry uses the same digital delivery pipeline for audio as the motion picture industry (Dolby Digital or DTS). In the home, multichannel playback systems were originally launched as “home theaters.” With this, the standards for reference playback of movies in the home were also adopted.

3.5. Electronic Reference Level

The electronic reference level set out for digital delivery of Dolby Digital or DTS content is:

20dBFS (6)

This means that any DVD or broadcast content encoded in Dolby Digital or DTS will have a reference level of

-20dBFS.

3.6. Playback Reference Level

In the consumer electronics industry, there is an established reference level standard based around the motion picture level of 85dBc. For home systems, though, there is not an array of surround speakers. This means that all the main loudspeakers (Left, Center, Right, Surround Left, Surround Right for a 5.1 system) are all set to:

85dBc (7)

This reference level can be achieved readily using either test noise embedded in products, or a commercially available calibration disc, along with an inexpensive sound pressure level meter,

The consistency of electrical reference and playback reference level between the professional and consumer electronics worlds means that any variability between

content that exists is due to a deliberate artistic intent on the part of that content creator—not by the playback system.

4. PROPOSED REFERENCE LEVEL

Given the continuity of the production world for movies and broadcast, and how this content is replayed in the home, it is important to see how this may affect a reference level standard for game production.

In game development, the same production equipment and codec technology is used as in motion picture creation and playback.. In consumer electronics, the same audio codecs are again being used for multiple forms of media playback in home systems, which are increasingly being used for game playback. With this in mind, it does not appear appropriate for the games industry to try and produce new reference standards for recording and playback. Rather than promoting continuity between different media, this approach would isolate the games industry. It is therefore proposed that instead the games industry support a reference recorded level of:

dB_{F20} S (8)

this equates to a proposed calibrated reference playback level of:

85dB_C (9)

The 85dB_C reference applies to all of the main loudspeaker channels (Left, Centre, Right, Surround Left, Surround Right), The reference is set by exciting each speaker individually with wideband pink noise and measuring with a sound pressure level, applying a slow “C” weighting response. By contrast, the subwoofer channel should exhibit +10dB of in-band gain as measured with a real-time analyzer.

4.1. Why 85dB_C?

The proposed reference level is appropriate for games because it matches the standards already set forth for film and DVD production. In the broadcast industry, the +10dB LFE offset is also an established standard. In addition, adopting this standard will not require a redesign of production tools or consumer electronics components that are used for the current development and playback of games content.

This standard also allows the seamless integration of film and DVD assets into video game production and allows for easy level matching of audio assets gleaned from such content.

Some in the games industry contend that an 85dBc monitoring level is not consistent with the levels a consumer replays content. Their alternative proposal is that the game monitoring playback level should be lower to “hear the content the same way as the consumer.” In practice, reducing the reference level would not result in this. In [5] it is described how measurements of 50 typical living rooms produced a background noise level of NC17. This level is considerably lower than the average mix studio used for game production. Reducing the reference level for games would result in consumers hearing content game developers would not hear in their noisier mix studios.

Without doubt, this will have an adverse impact on the game.

The best way to ensure this does not happen is to raise the monitoring level to a point where all of the content can be heard during production. This ensures there are no surprises in the audio when played back in the home, even if replayed at a lower level.

5. CONCLUSION

The video game industry, while utilizing some of the practices and technologies from motion picture postproduction, is hindered by the lack of standardization. This affects both the production of content and the playback experience for the consumer. To create consistency in the way game audio is created by developers and played back on consumer systems, it is proposed that a recorded reference level of -20dBFS and playback reference level of 85dBc are adopted by the video game industry.

As video game consoles are increasingly integrated into home theater systems, it is logical to adopt the playback reference already established for content used on these devices and systems. By setting this reference level, the games industry will be able to fully exploit the dynamic range in titles, producing more lifelike and realistic experiences for the gamer.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Steve Martz, Andrew Poulain and Jerry Zernicke of THX Ltd., each of whom provided expertise on motion picture-related matters.

REFERENCES

[1] SMPTE EG 9-1995 “Audio Recording Reference Level for Post-Production of Motion-Picture Related Materials”.

[2] SMPTE 202M-1998 "Dubbing Theaters, Review Rooms and Indoor Theaters-B-Chain Electroacoustic Response".

[3] SMPTE RP 200-2002 "Relative and Absolute Sound Pressure Levels for Motion Picture Sound Systems".

[4] SMPTE RP 155-1997 "Audio Levels for Digital Audio Records for Digital Television Tape Recorders"

[5] Tomlinson Holman. "5.1 Surround Sound Up and Running" Focal Press 2000

