



INGENIERÍA EN SONIDO Y ACÚSTICA

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÉTODO INTERACTIVO DE
ENTRENAMIENTO AUDITIVO PARA ESTUDIANTES Y
PROFESIONALES EN INGENIERÍA EN SONIDO Y ACÚSTICA.**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de
Ingeniero de Sonido y Acústica

Profesor Guía

Productor Renato Zamora Arízaga

Autor

Pablo Andrés Jaramillo Jaramillo

AÑO

2012

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de Titulación.”

Atentamente;

Renato Zamora Arízaga

C.I 0102859949

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Atentamente;

Pablo Andrés Jaramillo Jaramillo

1716078009

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre,
cuya dedicación y esfuerzo
me acompañarán toda la vida

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la enseñanza y el adiestramiento del sentido auditivo en las ramas del audio profesional; mediante el desarrollo de un método interactivo de entrenamiento auditivo; en él, se analizarán los distintos parámetros que involucran el efecto sonoro; divididos en tres grupos principales: reconocimiento de frecuencias y tonos puros, variación de parámetros de ecualización, y reconocimiento de parámetros de compresión, delay y flanger. Cada uno es independiente entre sí permitiendo elegir el capítulo que más se acople a las necesidades de cada usuario.

Este trabajo responde a la necesidad de contar con una herramienta adicional para los estudiantes de Ingeniería en Sonido y Acústica así como para los profesionales dedicados al audio, que mediante ejercicios prácticos, podrán fortalecer y desarrollar el sentido auditivo, indispensable en esta carrera.

ABSTRACT

The present work aims at teaching and training of the sense of hearing in the pro audio industries, by developing an interactive method of audition training, it will analyze the various parameters that involve sound effect, divided into three groups: recognition of frequencies, variation of parameters of equalization, and recognition about different parameters that are compression, delay and flanger. Each is independent of each other allowing you to choose the chapter that best fitting the needs of each user.

This work responds to the need for an additional tool for students of Engineering and Acoustics and Sound for professionals in the audio, which, through practical exercises, strengthen and develop the sense of hearing, indispensable in this race.

ÍNDICE

1.	Introducción y Antecedentes	
1.1.	Introducción.	1
1.2.	Antecedentes.	1
1.3.	Alcance	3
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo General	
1.4.2.	Objetivos Específicos	
2.	Marco Teórico	4
2.1.	Generalidades del Sistema Auditivo	4
2.1.1.	Descripción Anatómica del Sentido del Oído	5
2.1.2.	El sentido auditivo: Mecanismo de Funcionamiento y Sistema de Recepción de Frecuencias en la Cóclea.	9
2.1.3.	Enfermedades y posibles causas de pérdida del sentido auditivo.	12
2.1.4.	Exámenes y pruebas de evaluación al oído.	15
2.1.5.	Protección Auditiva	16
2.1.6.	El Oído Humano, la importancia de su entrenamiento continuo en el campo del Audio Profesional.	18
2.2.	El Audio profesional: Conceptos básicos	19
2.2.1.	El sonido.	19
2.2.2.	Características del Sonido	19
2.2.3.	Representación gráfica del sonido	23
2.2.4.	Notación en Decibeles	31
2.2.5.	Direccionalidad y espacialidad	33
2.2.6.	Efecto Doppler	34
2.2.7.	Efecto Haas (Efecto de precedencia)	35
2.2.8.	Sonoridad	36
2.2.9.	Curvas de Fletcher y Munson	37
2.3.	Filtros y Ecualizadores	38

2.3.1	Características de los filtros	38
2.3.2	Características de los ecualizadores	39
2.3.3	Tipos de ecualizadores en función de cómo seleccionan una frecuencia.	39
2.4	Efectos	41
2.4.1	Efectos que no agregan señal	41
2.4.2	Efectos que agregan señal	44
2.5	Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el proceso de enseñanza - aprendizaje.	46
2.6.	Metodologías de aprendizaje y enseñanza auditiva	48
2.6.1.	Conceptos Pedagógicos	48
2.6.2.	Desarrollo de habilidades cognitivas, destrezas, capacidad de apreciación, sensibilidad y capacidad creativa.	50
2.6.3.	El juego, importancia del juego dentro del aprendizaje.	51
3.	Características del Método de Entrenamiento	
	Auditivo	52
3.1	Metodología pedagógica a utilizar dentro del método de entrenamiento.	52
3.2	Descripción y características del sistema	54
3.2.1.	Descripción del programa de software	55
3.2.2.	Reglas del método de entrenamiento.	66
3.2.3	Diagrama de flujo de datos del sistema.	68
4.	Implementación del Método de Entrenamiento Auditivo a estudiantes de Ingeniería en Sonido y Acústica	69
4.1	Descripción de los indicadores de evaluación para conocer la eficacia del método de entrenamiento.	69

4.2	Presentación de los resultados obtenidos antes y después de utilizar el método de entrenamiento auditivo.	71
4.3	Evaluación de resultados.	85
5	Campos de aplicación del método de entrenamiento	
	Auditivo	92
5.1	Requisitos para la correcta aplicación del software de entrenamiento auditivo.	92
5.2	Usuarios	92
5.3	Técnicas de Difusión.	93
	CONCLUSIONES	94
	RECOMENDACIONES	95
	REFERENCIAS	96
	BIBLIOGRAFÍA	98
	ANEXOS	99

1) INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 Introducción

El oído es el sentido fundamental que deben desarrollar los profesionales que decidan involucrarse en el área del sonido y el audio, tanto para grabaciones en estudio, como monitoreo y ejecución de sonido en vivo. Es por eso, que he decidido crear un método de entrenamiento auditivo que permita identificar algunos de los aspectos más importantes del fenómeno sonoro que se desarrollan dentro del ámbito profesional.

Cuando pensamos sobre el oficio en el que nos desarrollamos, nos encontramos con un lugar complejo, donde interactúan, músicos, sonidistas, ingenieros acústicos y demás interesados quienes ven que la relación del sonido es algo más que modos tonales, temperados, con sonidos armónicos, basados en octavas.

Es por eso que se ha considerado diseñar un método interactivo de entrenamiento auditivo, que se encargará de abordar varios temas como son:

- Acoples.
- Ruido rosa.
- Ecuación.
- Efectos electro acústicos
- Diferenciación de tonos.

1.2 Antecedentes

Actualmente existen una serie de juegos y programas que permiten entrenar el oído dentro de un ámbito musical, entre las aptitudes que generan estos juegos se encuentran: el reconocimiento de escalas, acordes, tonalidades y melodías. En cada uno de ellos, el programa lo que hace es generar un patrón musical y

solicita a los participantes que escuchando el ejemplo seleccionen la respuesta correcta de lo que han captado. En otros casos establecer la respuesta que ellos consideren correcta

Algunos de los ejemplos de este tipo de programas son los siguientes:

- Ear Master Pro 5
- LenMus Phonascus 4.0
- GNU Solfège 3.10.1

Estos programas han ganado gran aceptación en los todos niveles musicales tanto para principiantes como músicos avanzados, sin embargo, no logran percibirse como juegos o métodos de entrenamiento diseñados para sonidistas quienes aparte de estos fenómenos reconocen otros, como los sonidos que genera o produce la sala, la diferencia que existe entre los niveles de presión del sonido, la variación de frecuencias más que de tonos, entre otros.

El método “Golden Ears; Ear Training Method de Dave Moulton`s. 1995 KIQ” es uno de los más populares tipos de entrenamiento auditivo para sonidistas; es un método que se desarrolla escuchando distintos audios con el fin de identificar los efectos producidos en las señales que percibimos a través de encuestas y test que deben realizarse por cada uno.

El método proporcionado por Jason Corey, en su libro, “ Audio production and Critical Listening; Technical Ear Training”, se encuentra muy bien desarrollado, con contenidos científicos y excelentes aportes que brindan un mejor desenvolvimiento dentro de la capacitación y el entrenamiento continuo para sonidistas, a su vez incorpora un software de entrenamiento para el reconocimiento de pistas musicales a las cuales se ha aplicado diferentes filtros. Pero presenta demasiados controles y comandos que no podrían ser utilizados por un estudiante inexperto cuyo objetivo es estudiar para un examen o preparar su oído para lo que venga en un futuro.

Es por eso que he decidido desarrollar un Método de Entrenamiento Auditivo, que a través de un software de fácil acceso y aplicación refuerce los contenidos vistos en clases y permita ir mejorando la percepción sonora del estudiante a través de pruebas y contenidos entretenidos.

1.3 Alcance

El presente trabajo desarrollará un método de entrenamiento en lenguaje “Action script 3 (Flash)”, que se encontrará disponible en CD para todos los interesados. Presentará una sección inicial en donde se detallan los contenidos del método de entrenamiento así como las secciones para escoger, cada sección presentará el marcador de puntaje al terminar el nivel. La ayuda que se encuentra en el software de entrenamiento es una guía previa de lo que se verá antes de iniciar el nivel, cada estudiante podrá utilizarla a su disposición.

La acción periódica y el carácter lúdico, reforzarán el interés por el cumplimiento del plan de trabajo, reforzando su sentido auditivo y mejorando la retentiva y la percepción de los participantes que utilicen este método de entrenamiento.

1.4 Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un método de entrenamiento auditivo dedicado a ingenieros de Sonido y Acústica y profesionales del audio en general, a través de un software interactivo, que permita, identificar los principales aspectos que integran el fenómeno sonoro con el fin de mejorar su percepción auditiva.

Objetivo Específico

- Utilizar la programación y las herramientas multimedia, para sintetizar un método de entrenamiento accesible, entretenido y fácil de usar, que permita el mejoramiento continuo de la percepción auditiva de quienes lo utilizan.

- Utilizar las herramientas lúdicas para mejorar el aprendizaje y la retentiva en los estudiantes, a través de actividades periódicas pero que generen gran impacto en un proceso de entrenamiento constante.
- Reforzar el sentido auditivo a través de ejercicios concentrados en los conocimientos impartidos en la materia de entrenamiento auditivo como: ecualización, el reconocimiento de frecuencias, la variación de parámetros acústicos.

2) MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del Sistema Auditivo

“El oído humano y su relación específica con el cerebro es asombrosa”, así lo afirma Alton Everest (2007, p. 2), en su libro “Critical Listening for Audio Professionals”; “lo que se conoce actualmente sobre la función y descripción anatómica del oído proporciona una gran base de entendimiento para la práctica de un músico, un ingeniero de sonido o un entusiasta de alta fidelidad”, continúa.

Compuesto por tres porciones anatómicamente diferenciadas, el oído externo, medio e interno, cada una de ellas se destaca por una función específica. El pabellón auricular u oído externo es mucho más que una decoración dice Everest, el sonido captado por el pabellón es dirigido a través del conducto auditivo al tímpano (membrana timpánica), constituyéndose así la primera región del oído.

El oído interno solo se comunica con el mundo exterior a través de la trompa de Eustaquio, que proporciona un camino tortuoso hacia la faringe para el aire caudal que mantiene igualada la presión estática del aire en ambos lados del tímpano. Si este canal, trompa de Eustaquio, es obstruido por una infección, un resfriado común o cambios y variaciones en la presión atmosférica, como traslados en avión o viajes, el oído puede sufrir molestias. La presión manejada dentro del oído medio permite mejorar su efectividad. [1].

Los pequeños huesos que conforman el oído medio; martillo, yunque y estribo, son un vínculo mecánico entre el tímpano y la ventana oval de la cóclea, proporcionando una transferencia eficiente entre la energía del sonido del aire con el líquido contenido dentro de la cóclea.

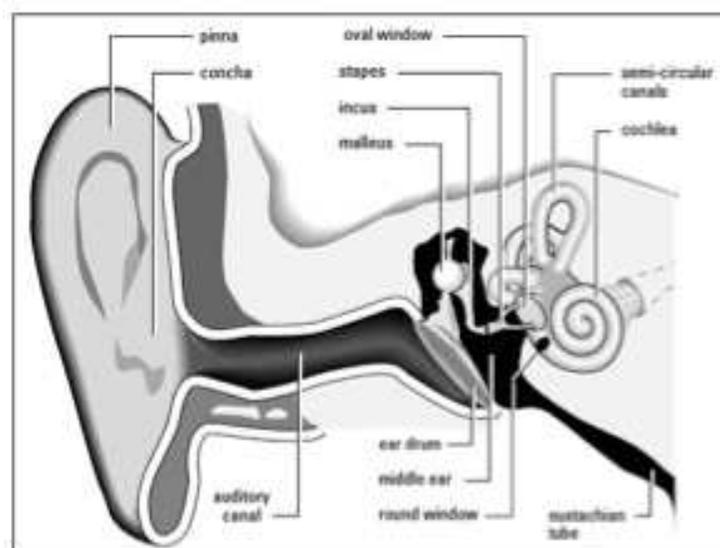
La cóclea, ubicada en el oído interno, es un transductor mecánico eléctrico, que convierte la energía vibratoria de los impulsos llegados a esta región en impulsos eléctricos que son enviados al cerebro a través del nervio auditivo. La cóclea enrollada como una concha de caracol, está arraigada en el hueso temporal. En su interior contiene dos fluidos, perilinfa y endolinfa, además de membranas y células ciliadas que analizan el sonido.

A continuación se analizan en detalle cada uno de los elementos que conforman el oído.

2.1.1 Descripción anatómica del sentido del Oído

Citando anteriormente cada una de las partes del oído, este sentido se encuentra conformado de tres porciones anatómicas claramente diferenciadas en el gráfico de la **Figura 1.**; ellas son:

Figura 2. 1: Regiones del oído; oído interno, medio y externo.



Fuente: Everest Alton, "Critical Listening for Audio professionals" p. 101

El oído externo: que se encuentra formado por el pabellón de la oreja y el conducto auditivo externo; su función es la de captar las vibraciones aéreas, amplificarlas y dirigirlas a la membrana del tímpano, así como la de protección de las delicadas estructuras que conforman el oído medio contra daños.

El pabellón auricular se encuentra en una base de cartílago elástico recubierto por piel blanda, posee abundantes glándulas sebáceas denominadas “vellosidad del trago”, entre sus funciones se encuentran la de recepción del sonido y como un órgano de protección.

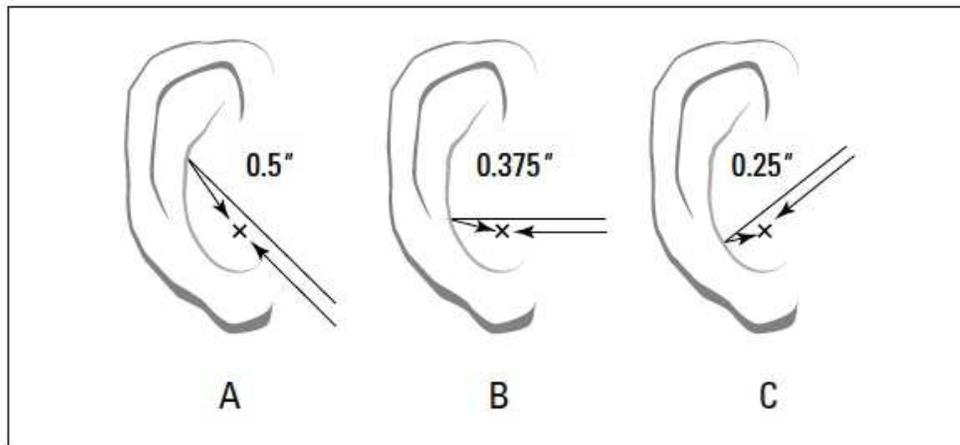
El canal auditivo funciona como un tubo de órgano, cerrado en un extremo, “Cuando la longitud de onda del canal auditivo es la cuarta parte de la longitud de onda que incide sobre el extremo abierto de la oreja, existe un aumento en la presión sonora en el extremo cerrado”, (Alton Everest, 2007, p.101). Según datos de este experimento, se logró comprender que el nivel de amplificación aumenta alrededor de 20 dB en la región de 1500 a 2000 Hz, ganancia en donde se mide el nivel de compresión y no compresión de la palabra para una persona con discapacidad.

El conducto auditivo, es un tubo de unos 3,5 cm de longitud aproximadamente, el cual influye en la respuesta en frecuencia del sistema auditivo, dada la velocidad de propagación del sonido (344 m/s) esta distancia corresponde a $\frac{1}{4}$ de la longitud de onda de una señal sonora de unos 4 KHz, motivo por el cual el aparato auditivo presenta una mayor sensibilidad a las frecuencias cercanas a 4 KHz. [2] Dentro del conducto auditivo se localizan glándulas ceruminosas, que son una especie de glándulas sudoríparas apocrinas, éstas tienen como función la de proteger la cavidad ótica de agentes extraños, como polvo, parásitos, virus y bacterias.

La capacidad del oído de percibir la ubicación de señales, proviene de esta región. Los surcos que presenta la región de la oreja son asimétricos en torno a la entrada del conducto auditivo permitiendo ubicar la fuente de sonido en varios planos.

En la **Figura 2.2** se detallan la relación existente entre tres direcciones donde procede el sonido y su lugar de incidencia en el pabellón de la oreja.

Figura 2.2: Ángulos de incidencia del sonido con respecto al pabellón auditivo.



Fuente: Everest Alton; 2007 "Critical Listening Skills for Audio Professionals". P. 102.

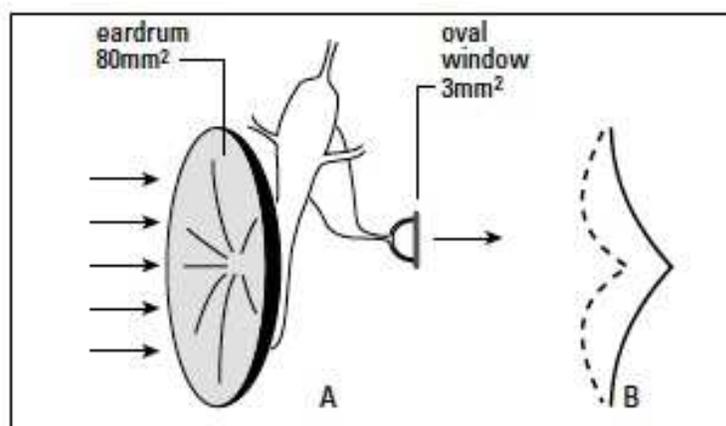
En los tres ejemplos se detallan las distancias existentes entre el surco en el cual el sonido es reflejado hacia el inicio del pabellón auditivo, el retardo en la señal es analizado luego por el cerebro y convertido en información para hallar el lugar de procedencia del oído. En el ejemplo A, el sonido proviene de la parte inferior de la oreja, la distancia entre la reflexión del canal auditivo y el ingreso al pabellón auditivo es aproximadamente media pulgada, el ir y venir de la señal hasta ingresar en el canal auditivo provoca un retraso en la señal de aproximadamente 74 microsegundos, comparada con la señal que ingreso directo en el canal auditivo, esta diferencia genera una pérdida de en el espectro audible alrededor de 6800 hertzios. En el ejemplo B, la señal se retrasa 55 microsegundos lo que produce un decaimiento de la señal alrededor de 9000 Hz, y en el ejemplo C, la señal decae en los 135000 Hz. Con estas comparaciones se puede apreciar la importancia de la forma del conducto de la oreja en la interpretación del sonido.

Oído medio: también conocido como caja del tímpano, por el Dr. Jairo Bustamante en su libro, *Neuroanatomía Funcional*; su función es la de se

amplificar las señales recibidas por el oído externo y transmitir las hacia la ventana oval por medio de una serie de huesecillos (martillo, yunque y estribo).

Su función es mecánica, transforma la energía sonora del aire en energía mecánica que va hacia la cóclea con la máxima eficiencia. Acoplando la impedancia del aire con las impedancias del líquido coclear. Si el sonido llega a afectar directamente a la ventana oval, 99,9 por ciento de toda la energía será reflejada y solo el 0,1 por ciento lo recibirá la cóclea, así lo afirma Everest Alton (*“Critical Listening Skills for Audio Professionals”*; p. 103). La razón para ello asegura Everest, es debido a que el aire es muy tenue y comprensible, mientras que el líquido de la cóclea es denso y relativamente incomprensible, así el oído medio acoplará las impedancias entre el aire y el líquido coclear que es aproximadamente 3750 veces la impedancia del aire.

Figura 2.3: Funcionamiento del oído medio.



Fuente: Everest Alton; 2007 *“Critical Listening for Audio Professionals”*.

Pág 103.

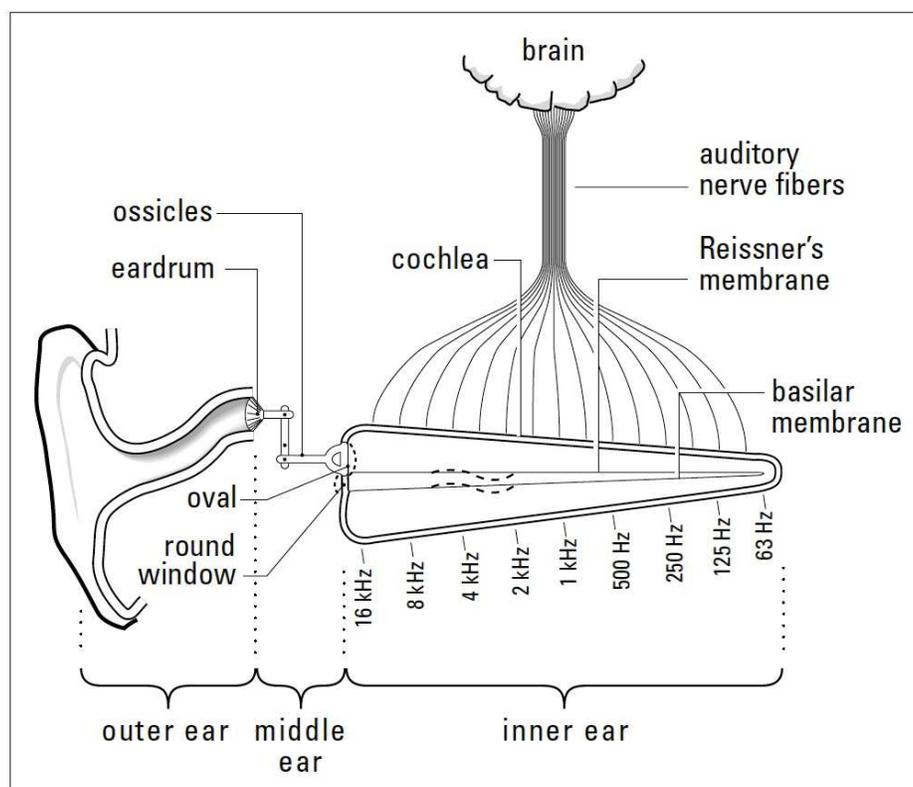
El oído medio a su vez posee delgados músculos que impiden o limitan el movimiento del tímpano cuando el sonido es demasiado excesivo, protegiendo las delicadas estructuras de la cóclea, sin embargo, su respuesta puede no ser tan rápida a sonidos de alta transiente como disparos de pistola, o sonidos percutivos, según se cita en la descripción del oído medio propuesta por Alton Everest, uno de los más respetados audiólogos en el campo de la industria de la grabación profesional y autor de varios libros sobre acústica y sonido.

Oído interno: las ondas sonoras que ingresan en el oído son en su mayoría acústicas, éstas son transformadas en movimiento gracias a la interacción del tímpano, que a su vez desplaza la ventana oval de la cóclea, transformado así el sonido en una forma mecánica. Como la ventana oval se mueve, empuja el líquido del oído interno hacia dentro, el líquido es esencialmente incomprensible, así que la cóclea para mantener el equilibrio, desplaza la ventana redonda, hacia fuera, desplazando las células ciliadas y creando disturbios en el líquido coclear. Las células ciliadas que funcionan como una red eléctrica transmiten estas perturbaciones al cerebro a través del nervio auditivo.

2.1.2 El sentido auditivo:

Mecanismo de Recepción de frecuencias en la cóclea o caracol

Figura 2.4: Recepción y análisis del sonido a través de las 3 regiones del oído



Fuente: Everest Alton; "Critical Listening for Audio Professionals", Pág 104.

La energía que se transmite por las vibraciones de los cuerpos es captada y dirigida por medio del oído externo y el pabellón auditivo hacia el oído medio que es una cavidad estrecha separada del oído externo. Allí alberga en su interior tres huesecillos, el martillo, el yunque y el estribo que transportan las vibraciones de la membrana del tímpano hasta la ventana vestibular, el oído medio que es como se conoce a esta región tiene una misión amplificadora de la señal, en su parte interior e inferior posee una comunicación con la faringe (músculo en forma de tubo que ayuda a respirar, conecta a la nariz y la boca con la tráquea y el esófago) a través de la trompa de Eustaquio, que permite mantener el equilibrio con la presión atmosférica, al ser un canal hueco conectado con el mundo exterior a través de la nariz y la boca.

La cóclea o caracol es un canal labrado de 35 mm de largo y unos 3 mm de diámetro; en el conducto coclear se extiende la membrana basilar que es una lámina en espiral compuesta por 24000 fibras no ramificadas adosadas unas con otras con un espesor de 2 μm . La longitud de estas fibras aumenta progresivamente de la base al vértice de la cóclea.

La resonancia del caracol se produce en diferentes regiones, los sonidos de altas resonancias producen vibraciones en la base del caracol, mientras que los sonidos de bajas frecuencias resuenan en la parte final del caracol [3]. Las células ciliares que conforman el órgano de Corti, transforman las vibraciones a las que son sujetas en variaciones eléctricas. Las mismas que son transportadas a través del nervio auditivo al cerebro, donde son interpretadas en forma de sonido.

El sistema de transformación de impulsos acústicos a eléctricos en la cóclea se debe a su composición interna, la cóclea está formada por dos fluidos, la perilinfa y la endolinfa. La endolinfa, que es un líquido transparente y viscoso que llena el utrículo, el sáculo, los conductos semicirculares y el conducto del caracol, posee un potencial eléctrico ligeramente positivo en comparación a la perilinfa, la perilinfa y endolinfa poseen composición química diferente como se detalla en la Tabla 2.1:

Tabla 2. 1: Composición Química de la Perilinfia y endolinfa.

	K +(mEq/litro)	Na +(M Eq/litro)	Cl- (M Eq/litro)	Proteínas (mg/100)
Endolinfa	144,8	15,8	107,1	15
Perilinfia	4,8	150,3	121,5	50

Fuente: *Jairo Bustamante B. Neuroanatomía Funcional II Edición, Pág 373.*

Por otro lado, el movimiento que producen los cilios en una determinada dirección produce un aumento o disminución de la conducción de la membrana basilar, las diferencias existentes producen una corriente eléctrica que fluye a través de las células ciliares hacia el cerebro, cuando cambia el sentido de dirección de los cilios, se inhibe la generación de dichos impulsos, el sonido se cancela.

“La activación del sistema mecanotransductor produce un cambio de potencial eléctrico en la célula sensorial determinando la liberación del neurotransmisor aferente y la subsecuente activación de las neuronas del ganglio espiral que constituyen la vía auditiva aferente y que, junto con las neuronas que inervan el vestíbulo, forman el octavo par craneal. La entrada de cationes (K + y Ca 2+) a través de los canales mecano transductores produce un cambio en el potencial de membrana de la célula ciliada. Cuando los cilios se flexionan en la dirección excitadora (es decir, en dirección a los estreocilios de mayor tamaño), aumenta la tensión de las uniones de punta y, consecuentemente, se abren los canales mecano transductores, despolarizando a la célula. En el caso contrario se produce una hiperpolarización, esto es, una inhibición de la célula. La capacidad de las células ciliadas para responder diferencialmente a los desplazamientos de los cilios en una u otra dirección ha dado origen al concepto de polarización funcional de las células ciliadas, el cual tiene gran importancia en la fisiología vestibular y una importancia menor en la fisiología

coclear, ya que todas las células ciliadas de la cóclea tienen la misma orientación” [4]

El Manual Moderno de Fisiología Médica, del Dr. William Ganong, establece que los sonidos generados por el oído interno contienen información acerca de la amplitud y el contenido espectral de la señal sonora, y son generados por la distribución de los mismos en las distintas fibras.

Los impulsos nerviosos generados por el oído son enviados a distintas regiones del cerebro. Los autores del libro “Psychoacoustics: Facts and Models”, Zwicker y Fastl [5], establecen que en la región inferior del cerebro se procesan y se intercambia información de ambos oídos, con el fin de localizar la fuente sonora con respecto al plano horizontal. Las regiones superiores del cerebro son las encargadas de procesar estímulos más complejos, “la información transmitida por el nervio auditivo, se utiliza para generar lo que se conoce como sensaciones”, concluyen.

2.1.3 Enfermedades y posibles causas de pérdida del sentido auditivo, por exposición a niveles altos de presión sonora.

Aunque los efectos del sonido en altos niveles no se encuentran definidos con precisión, existe suficiente información como para clasificarlos, considerándolos peligrosos para la sensibilidad de escucha del oído humano, según lo afirma William Melnick, en el libro, “Handbook of acoustical Measurements and Noise Control”. (capítulo 18).

“El umbral de cambio, es el umbral que resulta de la medición entre el nivel de escucha percibido antes y después de producida la exposición al sonido de alto nivel” [6], afirma Melnick. Así, si la exposición al ruido, no ha producido alteraciones, el oído vuelve a sus características normales, manteniéndose el umbral reducido a cero, si el oído no se recupera completamente, el cambio en el umbral se lo considera permanente, continúa.

La medición de estos factores debe ser analizada y medida especialmente con dos tipos de parámetros, en el capítulo 18.2 del “Manual de Mediciones Acústicas y control de Ruido” de Cyril M. Harris, se cita el nivel sonoro y el tiempo de duración a la exposición.

Harris establece que la relación entre el cambio del nivel temporal de audición y el nivel sonoro al ruido expuesto no es simple, afirma que para sonidos de nivel de presión sonora medidos, que se establecen entre 80 dB, la exposición debe ser menor a 8 horas, superado este tiempo, el cambio en el umbral de audición presenta un incremento, es decir pérdida en la capacidad de escucha.

Existen a su vez máximos niveles de presión establecidos para las frecuencias centrales de sonidos con frecuencias fijas que no deben superarse para que no existan cambios apreciables en el nivel de escucha, así, Harris establece, que los sonidos cuyas frecuencias centrales se encuentren entre 250 y 500 Hz, el nivel máximo de presión sonora debe ser 75 dB. Para sonidos cuyas frecuencias están establecidas entre 1000, 2000 y 4000 Hz el límite menor establecido son 70 dB.

Tabla 2.2: Tipos de pérdida auditiva por exposiciones con sonidos de alto nivel

Tipo de Trauma	Alteraciones en el oído	(Reversible/ Irreversible)
<i>Trauma Acústico</i>	Daño orgánico inmediato en el oído, producido por altos niveles de exposición sonora. Las estructuras del oído interno exceden sus límites fisiológicos, desglose y ruptura de las estructuras del órgano de Corti. Otros posibles daños: Ruptura del tímpano, daños en los huesecillos internos (martillo, yunque, estribo). Destrucción de las células ciliadas dentro de la cóclea.	Irreversible
<i>Cambios temporales por ruido inducido</i>	Producidos por la exposición corta a ruidos de alto nivel, el oído humano sufre un aumento en sus niveles de escucha	Reversible
<i>Cambios permanentes por ruido inducido</i>	Los cambios producidos no son reversibles, son producidos por repeticiones constantes a ruidos repetitivos sobre períodos de algunos años.	Irreversible

Fuente: Cyril M. Harris. (1998) Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido.

Creación: Pablo Jaramillo; 2011

Federico Miyara, catedrático de Acústica y Electroacústica de la Universidad del Rosario en Argentina, establece un criterio adicional, la ***evolución de la sordera profesional***, que es producida por larga exposición al ruido o a niveles muy altos de sonido aunque sea en intervalos pequeños de tiempo, esto se puede apreciar primero por la pérdida de sensibilidad a altas frecuencias, así el sonido que apreciamos carece de brillo y definición, si es más compleja se comienza a perder la sensibilidad en las frecuencias que corresponden a la ininteligibilidad de la palabra.

Miyara establece que para los niveles que superan los 90 dB desaparece la alta fidelidad, debido a que el propio oído posee sus propias distorsiones producidas por una contracción muscular refleja que funciona como mecanismo de protección. A este nivel los sonidos tan elevados enmascaran mucho más a los sonidos débiles, por lo que se pierde la delicadeza y sutileza del oído.

Enfermedades que afectan el sentido auditivo que no son producidas por altos niveles de exposición sonora.

Adicionalmente a la pérdida de escucha producida por ruidos o sonidos generados por altos niveles de presión sonora, existen alteraciones adicionales en la escucha del sentido auditivo, estas son producidas por factores como la conducción del sonido, Jairo Bustamante, autor del libro, "*Neuroanatomía funcional*", establece que existen otro tipo de lesiones que son conocidas como *sorderas de conducción*, las mismas que interfieren con la transmisión de las ondas sonoras en el oído externo o en el oído medio, Bustamante afirma que las sorderas se originan por defectos en la transducción del órgano de Corti, daños en el nervio coclear en sus conexiones centrales.

Adicionalmente a las sorderas de conducción, existen otro tipo de enfermedades que afectan el normal desenvolvimiento del sentido auditivo, estas se explican en la siguiente tabla:

Tabla 2. 3: Enfermedades del sentido auditivo producidas por factores ajenos altos niveles de presión sonora.

Tipo de Trauma	Alteraciones en el oído	Tratamiento
<i>Mareo</i>	Producido por estímulos sostenidos o periódicos de las estructuras vestibulares a esta alteración se acompañan sensaciones de vértigo, náuseas y vómito.	Reversible
<i>Vértigo</i>	Genera en el paciente la sensación de movimiento giratorio, de sí mismo o del medio que lo circunda. Esto es producido por la irritación de un vestíbulo o al desbalance existente entre los dos, puede ser originada por enfermedad infecciosa, tumoral o afectación tóxica a algún componente que el oído haya sido expuesto.	Reversible; Tratamiento psicológico, terapia personalizada
<i>Neurinoma del nervio acústico</i>	Tumor frecuente que suele iniciarse en la porción intrameatal del nervio, con lo que comprime al nervio facial. Este también puede comprometer otras estructuras del ángulo pontocerebeloso, como el nervio trigésimo y el cerebelo.	Operación
<i>Enfermedad del Ménière</i>	Crisis recurrentes de vértigo y alteraciones auditivas como tinitus y acúfenos. Su tratamiento consta de: Evitar conducir vehículos, maquinaria peligrosa, trabajos extenuantes durante periodos de crisis.	Ayuda psicológica.

Fuente: Bustamante, Jairo. (1994). *Neuroanatomía funcional*. (Cap. 24)

Creación: Pablo Jaramillo

2.1.4 Exámenes y pruebas de evaluación al oído

Para identificar los posibles daños en los sistemas de captación del sonido se pueden realizar algunas pruebas, detalladas en la tabla 2.4

Tabla 2.4: Exámenes realizados para conocer la respuesta auditiva

Pruebas	Características
Prueba de Weber	Esta prueba se realiza para diferenciar una sordera de percepción, ya que si existe un obstáculo en la conducción normal de los sonidos a través del oído externo, debería poder percibirse el sonido a través de vía ósea. Por ello se coloca un diapason en el vértice de la cabeza y se golpea un diapason, el sonido viaja a través de los huesos del cráneo hasta el oído medio, siendo así interpretado.

Prueba de Rinne	Compara la transmisión aérea de la transmisión ósea. Se aplica el diapasón sobre la mastoides primero para luego colocarlo frente a la oreja hasta que sus vibraciones vuelvan a escucharse. Si esto sucede, se considera un test positivo y se deja de sospechar un trastorno de conducción.
Prueba de Schwabach	Este test nos permite identificar una sordera de percepción. Esta prueba mide el tiempo durante el cual un individuo oye el diapasón cuando es colocado sobre el hueso de la mastoides.
Audiometría	La más común de todas las pruebas realizadas, permite identificar alteraciones dentro de la capacidad de audición de un oído. En esta prueba a través de equipos de medición, se generan tonos puros, controlables en frecuencia como en su intensidad. Así se estudian oídos por separado y dar datos de la transmisión tanto aérea como ósea.

Fuente: Bustamante, Jairo. (1994). *Neuroanatomía funcional*. (Cap. 24)

Creación: Pablo Jaramillo

2.1.5 Reglamentos de seguridad y protección auditiva

“Nuestro sentido de audición es irremplazable, todo el trabajo que se ha hecho para realizar implantes de la cóclea no se compara con nuestro oído natural”; lo dice Everest Alton. (Critical Listening for Audio Professionals, Cap. 3). La exposición dentro de ambientes ruidosos, produce pérdidas en función de la edad y la frecuencia, la pérdida comienza en el reconocimiento de altas frecuencias, superiores a los 8 kHz.

El **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo**, empleado en Ecuador cuya normativa se regula cada dos años, establece en el artículo 55 numeral 7, que “Para el caso de ruidos continuos, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro “A” en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición” lo que se muestra en la Tabla 2.5:

Tabla 2.5: Niveles de máximos de sonido permitido por el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo

Tiempo permitido en la exposición	Nivel en dBA	Tiempo permitido en la exposición	Nivel en dBA
8 Horas	85	1 Hora	100
4 Horas	90	30 minutos	105
2 Horas	95	15 minutos	110

Fuente: Normativa Vigente en Ecuador: Unidad de Seguridad y Salud;

www.mintra.gob.ec.

Y para ruidos de impacto, los niveles máximos de presión sonora para una jornada de ocho horas de trabajo dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la Tabla 2.6:

Tabla 2.6: Niveles máximos de presión sonora permitidos
para ruidos de impacto

Número de impulsos o impacto por jornada de ocho horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: Normativa Vigente en Ecuador: Unidad de Seguridad y Salud;

www.mintra.gob.ec

2.1.6 El. Oído Humano, la importancia de su entrenamiento continuo en el campo del Audio Profesional

El sentido auditivo, al igual que los músculos y demás tipos de órganos, funciona a través de estímulos, todos los estímulos del mundo exterior ingresa al cerebro a través de los sentidos, los cuales son procesados y retenidos en la memoria.

Ramón Torres, autor de “Estructuras temporales y músicas” establece que “La música juega con palabras a través del tiempo, lo congela, lo atrapa, lo retrasa pero siempre lo tiene presente para poder jugar con las personas y ser memorable”; “Desde la Antigüedad se concibieron complejas mnemotecnias que asociaban la música a imágenes y palabras para poder recordarla”, concluye.

La memoria auditiva es la que permite asociar imágenes y respuestas a un efecto sonoro determinado, los sonidos que se escuchan alejados de un ambiente, trasladan y evocan otros lugares, para cualquier persona que se encuentre en una sala escuchando a través de una radio la brisa del mar, olas, gaviotas, estos sonidos generarán en su mente imágenes de playa, de algún paseo o grato recuerdo que haya experimentado en alguna época de su vida.

No sólo se trata de eventos fortuitos, para el sociólogo Ramón Ramos, existen ciertas formas similares entre “el tiempo en la música y el tiempo en las sociedades” para él, “la música en el siglo XX no teme dar cuenta de un presente puntual y dramático en que estamos instalados en las sociedades contemporáneas”.

El uso y fortalecimiento de la memoria auditiva permitirá reconocer mayor cantidad de sonidos en menos tiempo, es por ello que el uso y distribución del tiempo adecuado para un entrenamiento de calidad, es indispensable para todo Ingeniero de Sonido y Acústica.

El uso y distribución del tiempo para los entrenamientos será importante para un excelente desempeño, no es bueno saturar las cargas de entrenamiento por

día, como los músculos, los procesos de adaptación dependen de un esfuerzo continuo y de una fase de descanso óptima. Los niveles de audio permitidos no deben superar los 90 dB. [7]

2.2 El Audio Profesional; Conceptos básicos

2.2.1 El sonido

Alton Everest, establece las dos naturalezas del sonido la física y la psicoacústica, la primera fundamenta sus estudios en que el sonido se origina por la propagación de una perturbación física en un medio no vacío, por ejemplo el aire. La segunda, la psicoacústica, establece que el sonido es resultante por los impulsos nerviosos producidos en la corteza acústica del cerebro. [8]

En el plano físico, el sonido es un fenómeno ondulatorio, que involucra la propagación en forma de ondas elásticas, sean estas audibles o no, a través de un medio elástico la vibración generada por un objeto en movimiento, Everest Alton en su libro “The Master Handbook of Acoustics” define al sonido como el desplazamiento de una onda en el aire u otro medio elástico, así como la excitación resultante del mecanismo del oído que produce la percepción de sonido.

La frecuencia es la característica del período de ondas medido en Hertz (ciclos por segundo), la forma de onda y la percepción.

2.2.2 Características del sonido

Velocidad del Sonido

La velocidad del sonido viene ligada, a qué tan rápido, se aleja la onda de la fuente. Uno de los primeros experimentos que se hicieron para determinar la velocidad del sonido vino a través del científico y filósofo francés Marin Mersenne. (1588 – 1648), quien obtuvo la medida del retorno del eco producido en el aire utilizando el péndulo desarrollado por Galileo, los resultados dieron un valor de 1038 pies por cada segundo [8]. Un equivalente de 316,38 metros

por cada segundo, un error aproximado del diez por ciento con los datos que se disponen en la actualidad. Otro experimento se llevó a cabo años más tarde cuando miembros de la academia francesa realizaron en 1738, la medición del tiempo que tardaba en llegar un sonido desde que aparecía el haz luminoso producido por un caño de fuego, hasta que era percibido por los receptores. Ellos llegaron a determinar que el sonido viajaba a una velocidad de 337 metros por cada segundo, a una temperatura de 0 grados centígrados.

Cabe destacar que la velocidad del sonido es independiente de la intensidad o fuerza con que se ejecuta la excitación del objeto sonoro. Según se ha logrado establecer a través de experimentos, el sonido viaja a diferentes velocidades dependiendo el material que sirva de medio de transporte, es así que entre más denso sea el material, el sonido viajará más rápido.

En la tabla 2.7; se presenta una lista de materiales con los respectivos tiempos de transmisión del sonido. Aquí se puede apreciar que mientras más denso sea un material más rápido se desplazarán sus moléculas y viajará el sonido. Es así que el sonido viaja en el aire, el cual posee una densidad de 1,2 Kilogramos por cada metro cúbico a una velocidad de 344 metros por cada segundo; mientras que en el acero, con una densidad de 7850 Kilogramos por cada metro cúbico viaja a una velocidad de 5050 metros por cada segundo.

Tabla 2. 7: Velocidad de Transmisión del sonido en distintos materiales

MEDIA	METROS/ SEGUNDO
Aire	344
Agua Fresca	1480
Agua con sal	1520
Plexiglás	1800
Madera Suave	3350
Madera de Abeto	3800
Concreto	3400
Acero Suave	5050

Fuente: Ballou, Glen. *Handbook for Sound Engineers*. (p. 24)

Creación: Pablo Jaramillo

Es así que en condiciones de temperatura normales (21 grados C); el sonido viaja por el aire a una velocidad de 344 m/s; mientras que en un material más denso la transmisión de sonidos será mayor, aproximadamente 5050 m/s o 14 veces más que la velocidad del sonido en el aire.

Para estandarizar la medida de la velocidad del sonido, podremos referirnos a la siguiente expresión matemática detallada en el libro, “Fundamentos de Acústica” de Lawrence Kinsler, en donde establece que la velocidad del sonido en el aire, viene dada por los siguientes factores:

$$C_o = \sqrt{\frac{\gamma P_o}{\rho_o}} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Donde:

Símbolo	Descripción	Valor
γ	Razón de calores específicos. Para 0 grados centígrados a una presión de referencia de 1.013×10^5 pascales es; 1.402	1.402 (adimensional)
P_o	Presión atmosférica; 1 atmósfera de presión, es 1.013×10^5 pascales.	1.013×10^5 pascales (Pa)
ρ_o	Densidad del aire, con el valor de referencia de 1.013×10^5 Pascales a 0 grados centígrados	1.293 kg/ m^3

Reemplazando los valores en la ecuación tenemos:

$$C_o = \sqrt{\frac{1.402 \times 1.013 \times 10^5}{1.293}} = 331,6 \frac{m}{s} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

Frecuencia y Longitud de onda

Toda onda para desplazarse a través de un medio, tiene que comprimir y descomprimir las moléculas o partículas que le anteceden, mientras más

rápido o lento haga esto, mayor o menor es su frecuencia respectivamente. Así, la frecuencia es el número de oscilaciones que tiene una onda en un segundo; su unidad es el Hertz (HZ) nombre que recibe en honor del científico del siglo XIX que descubrió las ondas de radio.

El ser humano tiene una apreciación de las frecuencias que abarca desde 20 Hz, la más lenta y grande del grupo, hasta 20 kHz la más rápida y chillona, a este rango se lo conoce como rango audible.

Otra de las características importantes que posee el sonido, es el período, representado por la letra T, el período es el tiempo que tarda una onda en completar un ciclo. El período y la frecuencia van de la mano, su relación matemática es la siguiente:

$$\text{Frecuencia (f)} = \frac{1}{T}$$

Ambas medidas se encuentran establecidas en segundos.

Para analizar la longitud de onda podríamos establecer que, toda onda se desplaza a través de un movimiento periódico que queda descrito en función del tiempo por una función armónica, esto es conocido como Movimiento Armónico Simple, que presenta su ecuación de movimiento para cualquier punto del espacio, definido a través de la siguiente fórmula en función del tiempo :

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi) \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

Donde: **A:** Es la amplitud del movimiento

W: Frecuencia Angular

ϕ : Fase inicial o estado de oscilación inicial del movimiento.

X: Posición del objeto en función del tiempo.

Si se pudiera ver una onda, comprimir y descomprimir sus moléculas para viajar a través de un medio, se podría apreciar unas pequeñas crestas y valles

entre cada intervalo de compresión y descompresión. La distancia establecida entre crestas se la conoce como *longitud de onda*. El símbolo de la longitud de onda es la letra griega lambda (λ), y sus unidades se encuentran establecidas en centímetros o metros, abarcando estas medidas desde “los 2 cm para los sonidos muy agudos, hasta los 17 metros para los sonidos muy graves” [9].

Las frecuencias graves, con longitudes de onda grandes, son capaces de atravesar cualquier obstáculo que se les presente en el camino, es por eso que son más difíciles de aislar en el caso de requerirlo en comparación con las frecuencias altas. La longitud de onda también permite conocer el correcto desempeño de los altavoces profesionales, en donde se pueden utilizar 2 o más componentes electrónicos para un correcto desempeño en la respuesta de frecuencia. Los altavoces de frecuencias graves, son de mayor tamaño que los de frecuencias altas, debido a la cantidad de aire que tienen que desplazar para generar este tipo de frecuencias.

Conociendo los parámetros de velocidad del sonido, frecuencia y longitud de onda, se puede establecer una relación entre sí, donde la longitud de onda (λ) no es más que la relación entre la velocidad del sonido (c) y la frecuencia (f).

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

Umbral de Audición:

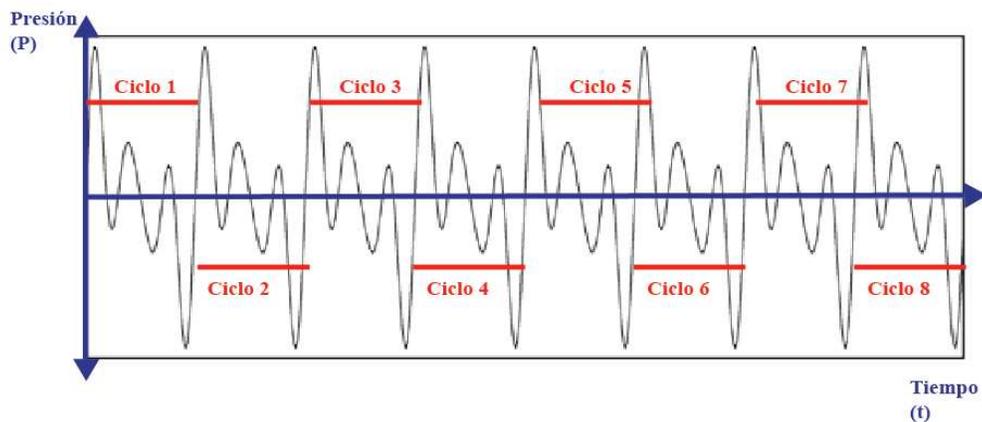
Los seres humanos podemos escuchar rangos de presión sonora que van desde los 0,00002 Pascales hasta los 20 Pascales, a este intervalo de medición lo conocemos como **umbral de audición**. (Muchas veces las medidas utilizadas para abreviar cifras son: 20 uPa, micropascales, la millonésima parte de un pascal; hasta 20 Pa).

2.2.3 Representación Gráfica del Sonido

A pesar de que los sonidos son perturbaciones que comprimen y descomprimen el medio por el cual transitan, su representación gráfica no es la

misma para sonidos de distintos tipos. Así el sonido comúnmente se lo representa por medio de un gráfico conocido como **oscilograma**, que representa la evolución en el tiempo de la perturbación; donde el eje **x**, representa al tiempo y el eje **y**, la presión sonora. En la figura 2.5, se muestra una frecuencia de 8 ciclos, medida en el intervalo de 1 segundo, cada ciclo se mide desde el inicio de la forma de onda hasta la representación de la misma. Las variaciones de presión son las que se aprecian en el eje **y**, donde la curva posee incrementos y decaimientos en su amplitud.

Figura 2.5: Representación de una frecuencia de 8 ciclos; medida en el intervalo de 1 segundo.



Fuente: Federico Miyara; 2004; Acústica y Sistemas de Sonido. (P. 8)

Creación: Pablo Jaramillo

Figura 2.6: Oscilograma de la forma de onda de un zumbido de abejas



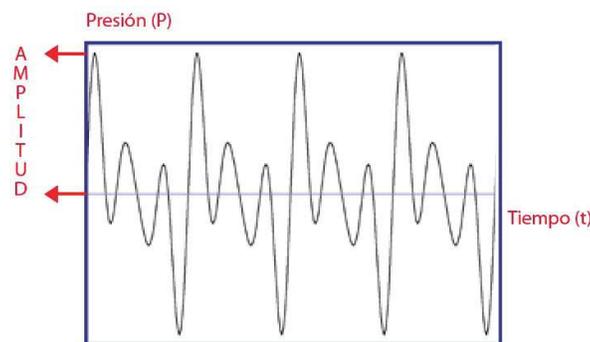
Creación: Pablo Jaramillo

En el ejemplo se muestra la representación de un zumbido de abejas en el tiempo, el sonido es estéreo, por eso presenta dos gráficos de canal. Como se puede apreciar, el sonido es mucho más complejo, debido a la composición de ondas múltiples para generar este tipo de sonidos.

Amplitud

En los oscilogramas se puede apreciar un parámetro del sonido muy importante con la relación que tiene con la fuerza o intensidad; la amplitud. La amplitud del sonido se mide como el valor máximo que llega a alcanzar una oscilación en un ciclo. La amplitud se mide desde el centro de origen de coordenadas hasta el pico más alto en el eje y, es por eso que a este valor se lo conoce también como **valor pico**.

Figura 2.7: Amplitud de una oscilación.



Envolvente

Creación Pablo Jaramillo

Todos los sonidos en la naturaleza no presentan siempre la misma amplitud, esta puede llegar a varias veces en el tiempo, así la envolvente de un sonido resulta la forma que se obtiene luego de unir los picos de los ciclos sucesivos.

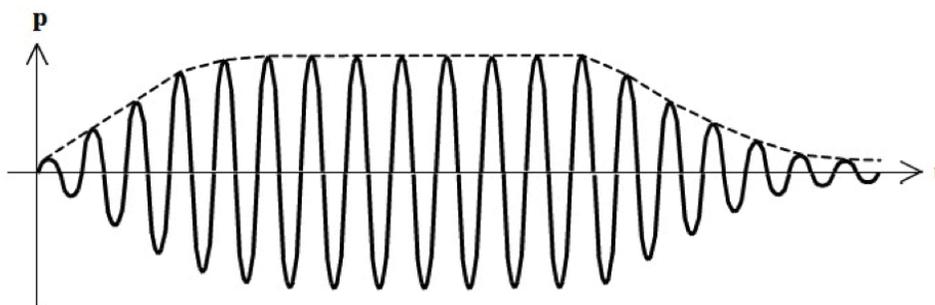
La forma de la envolvente y su composición es lo que permite que dos sonidos suenen diferente a pesar de estar ejecutando la misma frecuencia, los instrumentos musicales no emiten tonos puros, sino que sus vibraciones vienen acompañadas por las características propias del material con el que fueron construidos; esto es conocido como **timbre**, y nos permite diferenciar a los

instrumentos que ejecutan los sonidos, así como voces humanas y demás factores.

El timbre de un sonido no es más que la envolvente entre una frecuencia principal y los armónicos que la acompañan. En la **figura 2.8** se muestra la envolvente de una forma de onda con amplitud variable en el tiempo.

Figura 2.8: Forma de onda con amplitud variable en el tiempo;

la línea puntuada representa su envolvente.



Fuente: Federico Miyara, Acústica y sistemas de Sonido. Pág 9.

Formas de Onda y Análisis de Fourier A través del análisis de Fourier, quien demostró que una onda transitoria compleja puede ser considerada como la suma sucesiva de funciones simples. Fourier en su desarrollo estableció la siguiente expresión matemática:

$$x(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad \text{(Ecuación 2.5)}$$

Donde: **t**: es el tiempo

f: Frecuencia en Hz

x(t): Señal de prueba

$e^{-j2\pi ft}$ Factor de sondeo, función de Kernal.

Así se obtiene la descripción de las ondas generadas por los instrumentos musicales, en donde cada sonido que se despliega en el ambiente tiene una forma de onda diferente, algunas más simples que otras, entre los ejemplos que podemos citar se encuentran:

Onda Cuadrada

Este tipo de onda no existe en la naturaleza, es sintetizada electrónicamente, consiste en una señal de dos fases, donde cada fase positiva y negativa permanecerá la mitad del período.

Se encuentra representada mediante la ecuación:

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{\text{imparn}} \frac{1}{n} \text{sen}\left(2\pi n \frac{t}{T}\right) \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

Onda diente de sierra

La forma de diente de sierra no existe completamente en la naturaleza, también es generada por circuitos electrónicos o digitales, sin embargo, la forma de onda del sonido de un violín presenta cierta similitud con este tipo de onda.

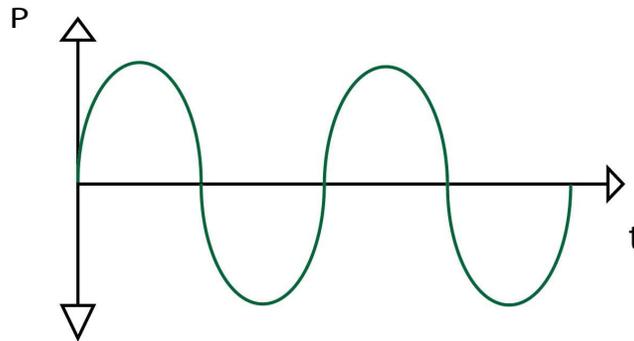
Se caracteriza principalmente por una subida rápida y una bajada en forma de rampa o viceversa. Este sonido también se percibe cuando dos objetos rozan entre sí como por ejemplo los frenos de una maquinaria descompuesta, el roce de los metales produce este efecto.

Onda sinusoidal

La forma de onda más importante de todas, denominada también senoide o sinuoide, es una de las formas de onda más sencillas de la naturaleza, su ejemplo se podría encontrar en la oscilación de un péndulo, un cuerpo cuyo peso se encuentra suspendido en un hilo. Dentro de la música podemos encontrar al diapasón, cuya representación gráfica nos da un efecto similar. Su importancia principal radica en que cualquier onda periódica se la puede

considerar como la suma de ondas sinusoidales de distintas frecuencias esto fue establecido gracias a los estudios del matemático francés Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) quien logró concluir que cada onda periódica se puede representar como la suma de ondas simples.

Figura 2.9: Dos ciclos de onda sinusoidal.



Creación: Pablo Jaramillo

Ecuación General de Onda:

$$y(x,t) = y_1(ct - x) + y_2(ct + x) \quad (\text{Ecuación 2.7})$$

Donde las funciones $y_1(ct - x)$ y $y_2(ct + x)$; están determinadas por las condiciones iniciales y los valores de frontera, aquí la expresión $y_2(ct + x)$ representa una onda desplazándose en la dirección $-x$ mientras que la expresión $y_1(ct - x)$ representa una onda moviéndose en la dirección positiva del eje.

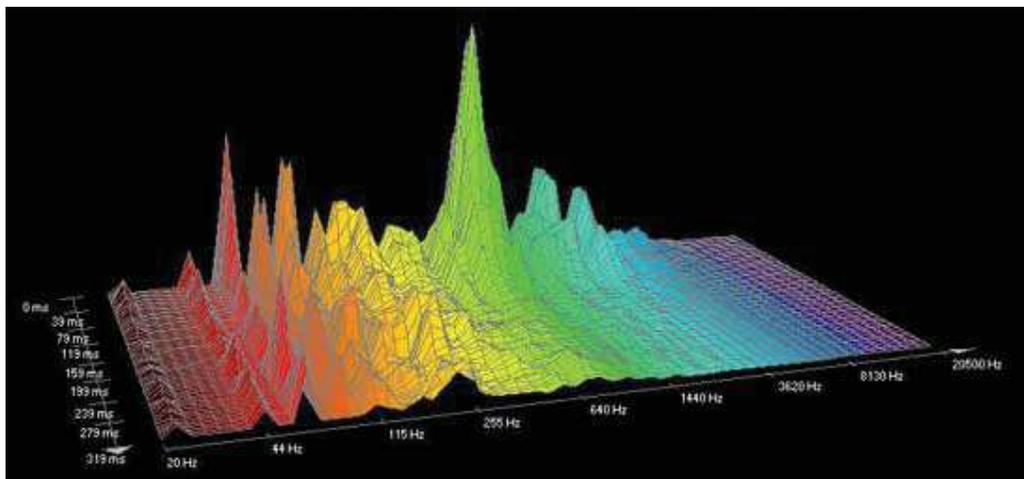
Las ondas sinusoidales establecidas con rangos de frecuencia entre 20 Hz y 20KHz son muy fáciles de escuchar para el oído, una sola onda sinusoidal es lo que se conoce como “**tono puro**”, ya que no presentan otro tipo de componentes adicionales (armónicos) que alteren su composición original, todos los instrumentos musicales poseen formas de onda sinusoidales cuando se las representa gráficamente, la diferencia de timbre entre unos instrumentos

y otros es la disposición y amplitud de nivel del número de armónicos con respecto al tiempo.

Espectro del sonido

A través del teorema de Fourier, matemático y científico francés quien realizó la descomposición de funciones periódicas en series trigonométricas, se puede conocer que toda sonido periódico puede representarse a través de una serie de armónicos que son sonidos sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia principal. Esta característica del sonido permite diferenciar unos instrumentos de otros, así como reconocer voces y timbres particulares.

Figura 2.10: Gráfico en tres dimensiones que representa: eje x (frecuencia); eje y (amplitud) y eje z el tiempo.



Fuente: <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/img/tbr01.jpg>

“La información sobre las frecuencias que contiene un determinado sonido y sus respectivas amplitudes constituyen lo que se denomina el espectro del sonido”, concepto establecido por Federico Miyara en su libro *Acústica y Sistemas de Sonido*, el gráfico que representa al espectro del sonido con sus componentes principales se lo conoce como espectrograma, en donde el eje horizontal (x) es la frecuencia y el eje vertical (y) corresponde a la amplitud. Existen gráficos que representan en un tercer eje, el valor del tiempo, estos

gráficos nos permiten identificar la duración y permanencia de cada uno de los armónicos que corresponden a un sonido. En la mayoría de casos, los armónicos superiores o de altas frecuencias se extinguen primero que los armónicos inferiores o de baja frecuencia, esto da como resultado una forma de onda sinusoidal, en algunos instrumentos se pueden apreciar un gran contenido de armónicos superiores que otorgan un sonido brillante cuando son ejecutados.

Existen otro tipo de sonidos a los ya mencionados, donde los armónicos no son múltiplos de la frecuencia fundamental; a este tipo de sonidos se los conoce como **espectros inarmónicos**. Aquí las ondas sinusoidales que los constituyen se las denominan sonidos parciales. Comúnmente los sonidos percutidos pertenecen a este grupo.

La representación gráfica de estos sonidos no dará líneas equidistantes como los espectros armónicos; los sonidos inarmónicos presentan una particularidad con respecto al tiempo, cuando se traza una gráfica tridimensional donde se conocerá la amplitud, frecuencia y el tiempo, se puede dar cuenta que no solo su amplitud cambia, sino que existen casos en que la frecuencia puede variar con ella en una pequeña proporción.

Por último existen sonidos que se componen de muchas frecuencias adicionales próximas entre sí, este tipo de sonidos reciben el nombre de ruido. La amplitud de cada uno de los armónicos en estos sonidos es de amplitud muy pequeña, las consonantes f, s, c, z presentan en sus componentes estas características.

Para los sonidistas, existen dos ruidos que merecen especial atención, ellos son el **ruido rosa** y el **ruido blanco**.

El **ruido blanco** (White noise) Señal cuya densidad espectral es constante con la frecuencia, aquí todas las frecuencias aparecen en la misma proporción.

El **ruido rosa**, (pink noise) “Es una señal cuya densidad espectral disminuye con la frecuencia, tiene la particularidad de que su energía es la misma en cada

banda de octava. Por esta razón se utiliza como señal de prueba en varios ensayos acústicos y electroacústicos”.

2.2.4 Notación en Decibeles

Para la utilización y aplicación de los conceptos de audio, se han establecidos las unidades de decibeles por la cantidad de aportes que brindan, ya que existen medidas muy pequeñas y otras muy grandes que no se podrían utilizar en otras escalas. Las medidas aritméticas y decimales son inservibles por los extremos numéricos que contienen. El cerebro humano, tiene una infinidad de estímulos, ya que nuestros sentidos funcionan en escala logarítmica en menor o mayor proporción.

Los espectros de audición del ser humano van desde los 20 micro pascales, es decir 0,00002 pascales, hasta los 20 pascales de presión.

Para simplificar esto, se comenzó a utilizar logaritmos, así obtenemos que las mediciones se hacen mucho más pequeñas y simples. Por ejemplo, el logaritmo en base 10 de 100 es 2; el logaritmo en base 10 de 1 000 000 es 6. Acortando las unidades de medición, cuando estás utilizaban números cerrados y simples, pero los números podían ser más complejos como 7549 donde calcular las unidades y relaciones era un proceso más complejo.

El nombre de la unidad Bel, surgió del científico Alexander Graham Bell, quien comparó logarítmicamente el radio de medición entre dos medidas.

L en bels = $\log\left(\frac{W_1}{W_2}\right)$, como las medidas eran muy grandes para los propósitos

establecidos, se decidió la multiplicación de esta relación por 10. Naciendo así el decibel. Las unidades en decibeles, son más utilizadas en relaciones de presión sonora, amplitud o potencia acústica. Donde se establecen los mínimos niveles de la percepción humana para realizar los respectivos cálculos.

Así, cuando se desea conocer la variación en el nivel de presión sonora en un recinto que antes poseía el valor de 0,00002 pascales de presión sonora en completo silencio y luego al iniciar la jornada de trabajo en un recinto presenta

un nivel considerado de presión de unos 10 pascales de presión se realizará el siguiente cálculo:

El Nivel de presión Sonora (NPS) se encuentra representado por la siguiente expresión matemática;

- $NPS = 20 \log \frac{P}{P_{ref}}$ donde P referencia es 20 micro pascales; para el primer ejemplo tenemos que el nivel de presión es:

$NPS = 20 \log \frac{0,0002}{0,0002}$; como logaritmo en base 10 de un número es 0; el nivel de presión sonora para la primera medición será cero.

Para el segundo ejemplo; si tenemos la presión de 10 pascales:

- $NPS = 20 \log \frac{10}{0,0002}$ esto nos da un valor de 114 dB.

Como se puede apreciar en los cálculos, es mucho más fácil saber que existe una variación de 114 dB, desde el silencio absoluto hasta un nivel considerablemente alto de presión sonora en dicha habitación; que saber que hubo una variación de 9,998 pascales de presión. En la tabla 2.10 se detallan más ejemplos de valores establecidos en cuatro sistemas numéricos distintos: decimal, aritmético, exponencial y en decibeles.

Tabla 2.10: Comparación de 4 sistemas numéricos.

SISTEMAS NUMÉRICOS			
Forma Decimal	Forma Aritmética	Forma Exponencial	Decibeles dB (Niveles de Presión Sonora)
1000000	10x10x10x10x10x10	10 ⁶	120
10000	10x10x10x10	10 ⁴	80
10	10x1	10 ¹	20
0,1	1/(10x1)	10 ⁻¹	-20
0,001	1/(10x10x10)	10 ⁻³	-60
0,0001	1/(10x10x10x10)	10 ⁻⁴	-80

Creación: Pablo Jaramillo

2.2.5 Direccionalidad y Espacialidad

Como ya se ha descrito anteriormente, el sonido es capaz de transmitirse en un medio elástico no vacío (aire), este desplazamiento hace que las ondas tarden más tiempo en desplazarse de un lugar a otro, es por eso que el sonido de acuerdo al tiempo que tarden las ondas en llegar a uno u otro oído es capaz de identificar su procedencia, a este fenómeno se le conoce como direccionalidad; mientras que la presencia de reverberaciones u ondas existentes en un recinto, es lo que permiten al cerebro identificar el lugar donde está siendo manifestada o explotada esa fuente, a este fenómeno se le conoce como espacialidad.

Direccionalidad El sonido se produce cuando una fuente sonora es excitada, al esta ocupar un lugar en el espacio, es posible identificar su procedencia, para hacerlo, el sonido identifica principalmente tres variables:

- a) La Diferencia de tiempos que existe entre la llegada del sonido entre uno y otro oído, esta diferencia debe ser menor a 6 milisegundos, caso contrario el oído lo identificará como dos fuentes separadas.
- b) Por la diferencia de presiones sonoras, que se produce por la diferencia de distancias, a su vez, nuestra cabeza y posición funciona como barrera para impedir el paso de aire de uno a otro oído.
- c) Las alteraciones que se producen por el choque de ondas en nuestro cuerpo, así las frecuencias graves que poseen mayor longitud de onda, no se ven afectadas por ello, mientras que las frecuencias altas, presentan pérdidas al desplazarse de un oído al otro.

Espacialidad del sonido La espacialidad del sonido, nos permite identificar el lugar donde la fuente sonora ha sido excitada, esta sensación es identificada por el cerebro gracias a tres factores principales:

- a) La distancia entre la fuente sonora y el sonido, mientras exista mayor distancia, la presión sonora es menor.
- b) Reflexiones tempranas, en un ambiente abierto, las ondas sonoras se desplazan libremente hasta perderse en el ambiente, dentro de un ambiente cerrado, las ondas sonoras son reflejadas varias veces en las paredes, esta sensación permite identificar al cerebro la distancia que existe con respecto a las paredes, conociendo así el tamaño del lugar y creando la sensación de un ambiente sonoro.
- c) Reverberación, este último factor se produce por las reflexiones tardías del sonido. Las primeras reflexiones del sonido están distanciadas unas de otros, mientras que las reflexiones tardías son más continuas, esta característica del sonido hace que la fuente sonora continúe en el ambiente luego de que su vibración ha parado.

Dentro de la sensación de espacialidad de la fuente, surge el movimiento que esta pudiera tener, a este fenómeno se lo conoce como efecto Doppler.

2.2.6 Efecto Doppler:

Efecto donde la fuente sonora parece variar con respecto a su frecuencia, es muy conocido el ejemplo de la ambulancia, donde la frecuencia parece ser más aguda cuando el vehículo se detiene que cuando se encuentra en movimiento.

Este efecto fue investigado por primera vez por el científico austríaco Christian Andreas Doppler, en el año de 1842 a través de su tratado *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige anderer Gestirne des Himmels* (Sobre el color de la luz en estrellas binarias y otros astros)

Doppler pensaba que las ondas del sonido podrían acercarse entre sí, si la fuente del sonido se movía en dirección al receptor, y a su vez alejarían si la fuente del sonido se alejaba del receptor, así, se logró establecer que cuando un objeto en movimiento se acerca hacia la fuente sonora, la frecuencia de las pulsaciones, se acorta, debido a la excitación que produce el desplazamiento en ellas. El objeto sonoro al alejarse, realiza la función distinta, ya que cada

pulsación se separa más de la otra debido al movimiento que hace que las ondas se alejen cuando el objeto se está separando de ellas.

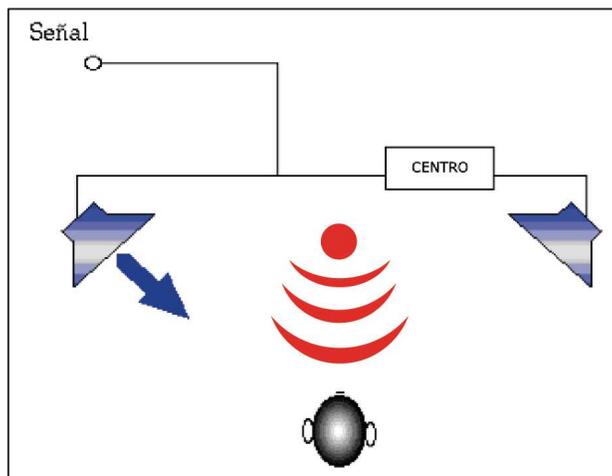
2.2.7 Efecto Haas (Efecto de precedencia)

Conocido así por el nombre del científico que realizó los estudios sobre la ininteligibilidad de la palabra, Helmut Haas, quien en 1949 para su tesis de doctorado, describió dicho efecto psicoacústico, que consiste en que cuando se escuchan dos fuentes sonoras excitadas al mismo nivel y en posiciones contrarias (izquierda y derecha), la fuente sonora es percibida en el centro.

A través de experimentos con dos altavoces donde cada uno reproducía exactamente la misma señal pero con la diferencia que a uno de ellos se podría adelantar o retroceder la señal. Los asistentes se percataron que cuando los dos altavoces reproducían el sonido con la misma intensidad o calidad, el sonido se percibiría en el centro, pero si al sonido se lo retrasaba desde 5 a 25 milisegundos, los oyentes apreciaban que la fuente del sonido era el altavoz que no se encontraba retrasado. A su vez, no solo el tiempo influenciaba en la percepción del sonido, se podía incrementar el nivel del altavoz entre 4 a 6 dB, en donde los asistentes percibían a ese altavoz como la fuente directa del sonido y cuando el altavoz retrasado sobrepasaba los 10 dB al altavoz de la señal original los asistentes percibían que el sonido se generaba nuevamente en el centro.

Estos estudios permitieron verificar que si la fuente se retarda entre 5 a 25 milisegundos (ms); el cerebro interpreta la sensación como que la fuente se ha desplazado hacia el lado no retardado, si los sonidos incrementaran un retardo en la señal de alrededor de 30 milisegundos, las señales se percibirían como ecos de la primera. [10]

El efecto de proximidad es muy usado en sonido en vivo cuando se logar generar el efecto de que la imagen sonora emana desde el centro, los sonidos que se experimentan cuando se aplican los retardos a la señal o se aplica mayor nivel al sonido generan la imagen psicoacústica que uno de los dos altavoces ha sido apagado.

Figura 2.11: Simulación del Efecto Hass

Fuente: Glen, Ballau, Handbook for Sound Engineers. Cap. 3.

Creación: Pablo Jaramillo

2.2.8. Sonoridad

La sensación de sonoridad nos permite identificar la relación de fuerza, amplitud o volumen con lo que un sonido es percibido, esta relación no está ligada solamente con la energía que se despliega en la excitación de la fuente sonora, sino que también se verifica de acuerdo a la frecuencia.

Para Federico Miyara, la sonoridad es “la sensación que permite distinguir a los sonidos entre más fuertes y más débiles”, así aunque dos sonidos posean igual nivel de sonoridad, no necesariamente se perciben igual. “la sensación subjetiva llamada sonoridad N , no es proporcional al nivel de sonoridad L ; un tono de $L_n = 60$ fones no sonará el doble de fuerte que uno de 30 fones” [11].

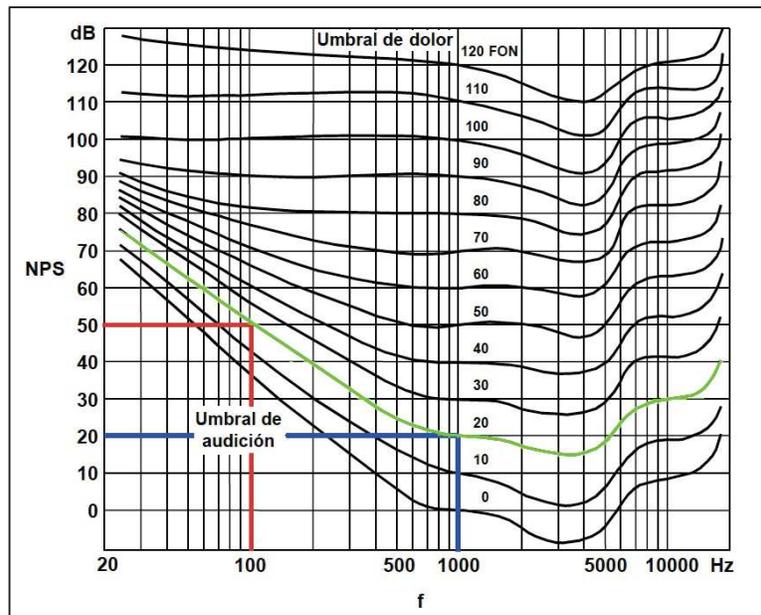
Así se estableció que la unidad de sonoridad es el son, y una sonoridad de $n=1$ es igual a un nivel de sonoridad de 40 fones independientemente de la frecuencia, así con esta medida se establecen las relaciones de sonoridad donde una medida de 8 sones es el doble de una que posea 4 sones. Esto fue comprobado en 1933 gracias a dos investigadores norteamericanos Fletcher y Munson, quienes comprobaron a través de un experimento a varias personas las curvas donde las frecuencias se perciben con igual nivel de sonoridad.

Las curvas de sonoridad encajan perfectamente con la razón de hacer diseños acústicos que funcionan con fuertes graves sin distorsionar las frecuencias altas como funciona comúnmente.

2.2.10 Curvas de Fletcher y Munson (Sonoridad)

El oído es mucho más sensible en las frecuencias centrales, (establecidas en un rango de 500 Hz a 5 KHz) a comparación de las frecuencias bajas o las altas. Estas conclusiones fueron llevadas a cabo por los investigadores norteamericanos Fletcher y Munson, quienes realizaron un experimento: A varias personas con buenas condiciones auditivas se les hacía escuchar un tono puro de 1 KHz con un nivel de presión sonora de 40 dB y luego de realizado esto, se les presentaba otra frecuencia, con un nivel de presión sonora distinto y se les pedía que ajusten dicho nivel hasta percibirlo con la misma intensidad como percibieron el nivel anterior. Realizados estos procedimientos lograron definir el Nivel de Sonoridad NS, donde que establece a que nivel distintas frecuencias logran percibirse iguales. Con este experimento, lograron obtener los siguientes resultados:

Figura 2.12: Curvas de Sonoridad: Fletcher y Munson



Fuente: Miyara, Federico. (2004). Acústica y Sistemas de Sonido.

Así, un tono de 100 Hz y 50 dB de presión, presentará la misma sensación de sonoridad, 20 fones (línea de color verde), que un tono de 1000 Hz y 20 dB de presión.

Como se aprecia en la gráfica, los sonidos muy graves y muy agudos tienen menor nivel de sonoridad que los sonidos medios, por lo que requieren de mayor energía para poder percibirse con la misma sonoridad.

Los estudios realizados por los dos científicos norteamericanos demostraron, algunos parámetros vistos pero no comprobados anteriormente, como el hecho de que para generar unos graves más fuertes y sonoros sea necesario agregar mayor potencia eléctrica, el diseño de filtros de sonoridad que aumentan la proporción de graves cuando se escucha a un nivel bajo de volumen.

Al intentar realizar un instrumento de medición que permita identificar la sensación de sonoridad, esto no se consiguió en su totalidad pero si se logró aplicar un filtro con una curva similar a la respuesta del oído; allí nacieron una nueva escala de decibeles, conocidos como **decibeles A (dBA)**, estos son utilizados en la mayoría de mediciones de sonido o de ruido debido a su gran relación con la percepción auditiva del ser humano.

2.3 Filtros y ecualizadores

2.3.1 Características de los filtros

Los filtros son procesadores que actúan modificando el espectro de la señal, su utilidad viene dada cuando se desea acentuar o atenuar determinada señal, así existen filtros que se utilizan a la entrada o salida de dispositivos para evitar el paso por otras etapas de la cadena electroacústica. Así dependiendo de la utilidad y su aplicación se puede clasificar entre filtros pasaltos, pasabajos, crossover o redes divisoras de frecuencia, que son más utilizados en las etapas de amplificación y los ecualizadores.

Filtros pasabajos y pasa altos: Los filtros pasabajos son dispositivos que permiten el paso de todas las frecuencias por debajo de una frecuencia asignada como frecuencia superior de corte, y bloquean el paso de las

frecuencias superiores a esta, no funcionan bloquean instantáneamente el paso de las frecuencias superiores a la frecuencia de corte, sino que atenúan la señal en razón de una cierta cantidad de decibeles (-6dB/oct; -12dB/oct; -18dB/oct)

Los filtros pasaaltos funcionan en el sentido inverso de los anteriores, y bloquean el paso de las frecuencias inferiores a la frecuencia asignada de corte, son utilizados con la misma función que los filtros pasabajos con el fin de atenuar frecuencias no deseadas dentro de la etapa electroacústica, como ejemplo reducir las frecuencias que incorporan ruido a nuestra señal.

Redes divisoras de frecuencia Las redes divisores de frecuencia conocidas también como crossovers, son utilizadas para maximizar la utilidad de los altavoces en una etapa de amplificación, haciendo que ellos operen dentro de sus características más adecuadas, reduciendo la distorsión y sobrecarga a los altavoces.

2.3.2 Características de los Ecuallizadores

Los ecualizadores son dispositivos electrónicos o digitales que permiten aumentar o reducir la ganancia selectivamente en una o varias frecuencias, con ellos es posible resaltar las frecuencias que se desean o atenuarlas, para cambiar el tono de lo que percibimos.

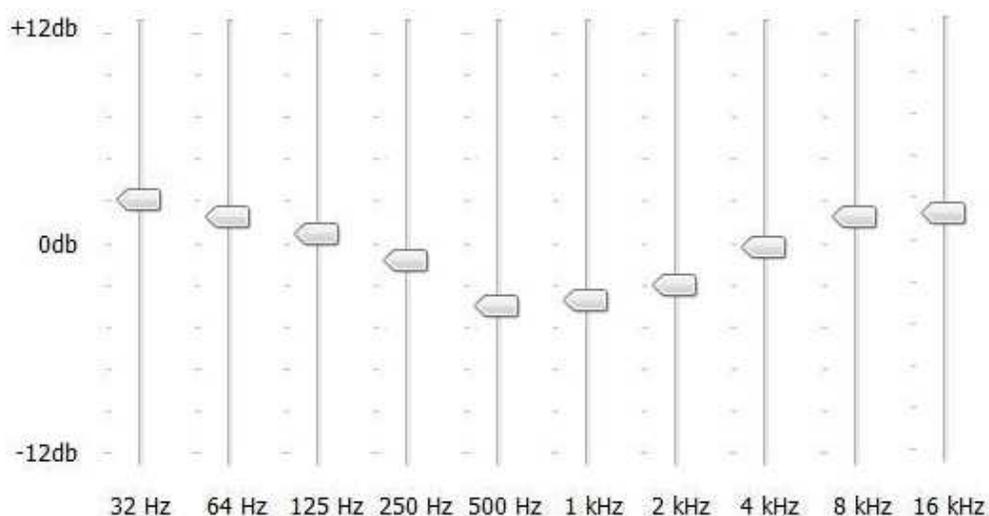
El ecualizador más simple que se conoce es el control de tono, este permite modificar la respuesta de frecuencia en tres grandes bandas fijas, graves, medios y agudos. Los ecualizadores se clasifican de acuerdo a como seleccionan la frecuencia en dos tipos, los ecualizadores gráficos o de bandas fijas (que poseen desde 5 hasta 31 bandas) y los ecualizadores paramétricos, en donde las frecuencias son ajustables.

2.3.3 Tipos de ecualizadores en función de cómo seleccionan una frecuencia

Ecuallizadores Gráficos: Los ecualizadores gráficos se encuentran divididos en bandas de frecuencia en donde la relación entre cada frecuencia sea

constante, en los ecualizadores de banda de octava, el intervalo de cada frecuencia es el doble de la anterior, mientras que en los ecualizadores de tercio de octava, la relación existente entre ellas es un 25% mayor a la frecuencia anterior. La atenuación o ganancia de los ecualizadores gráficos se da a través de un potenciómetro graduado en dB, por lo general los ecualizadores presentan en su rango medio el valor de 0 dB, en donde la señal que sale del sistema es la misma que ingresa. Su nombre se debe a la forma que adquieren los potenciómetros deslizantes en cada frecuencia, cuya relación es similar a la gráfica de la señal que presentan.

Figura 2.13: Ecualizador gráfico de bandas de octava:



Fuente: <http://www.reproductormp3.net/aspectos-tecnicos/guia-para-el-uso-de-un-ecualizador-grafico/>

Ecualizadores Paramétricos: Los ecualizadores paramétricos presentan menos bandas pero son de frecuencia ajustable, lo que les otorga la posibilidad de corregir precisamente el defecto acústico, poseen a su vez el control sobre el ancho de banda a la que van a ser aplicados, esto se lo suele aplicar a través del **factor de calidad** o **factor Q**, en donde mientras más grande sea el valor asignado a este parámetro más específica es la aplicación de la atenuación o crecimiento a la frecuencia asignada.

Los ecualizadores paramétricos son utilizados en la eliminación de acoples o ruidos de frecuencia específica.

2.4 Efectos

Para Federico Miyara, los efectos son dispositivos que procesan la señal de audio con el fin de agregar realismo, ambientación y espacialidad al sonido, también permiten dar extensión, movimiento y mayores posibilidades expresivas.

Los efectos pueden procesar toda la señal que reciben o solo parte de ella, así se los podría dividir en efectos que agregan señal, y efectos que no agregan señal.

2.4.1. Efectos que no agregan señal

Entre los efectos que podríamos considerar en esta serie se encuentran: ecualizadores de bandas, ecualizadores paramétricos, compresores, compuertas, expansores, limitadores.

Compresores y limitadores

Los **compresores** y **limitadores** son procesadores que funcionan modificando el rango dinámico de la señal, el compresor opera verificando si la señal supera o no un nivel establecido conocido como umbral, si esta señal no supera el umbral, la señal sale con la misma energía como entró, si la señal logra superar el nivel de umbral, se la comprimirá en un factor conocido como factor de compresión, como ejemplo, si a este factor se le aplica la relación de 2:1, implica que si la señal original tenía una alteración de 10 dB, a las salida del sistema obtendrá tan solo 5 dB. Su utilización más frecuente se lo da en voces o instrumentos donde no es deseable tanta diferencia de nivel entre una señal y otra, aplanando el rango dinámico.

Los **limitadores** por su parte, poseen relaciones de compresión relativamente grandes (20:1 veinte es a uno; infinito es a uno) por lo que limitan de manera textual toda señal que supere el nivel del umbral, este recurso no es muy utilizado porque resta las posibilidades expresivas en el rango musical.

Figura 2. 14: Ejemplo de un Compresor/ limitador



Fuente; PROTOOLS M Powered 7.4.2

Parámetros de un compresor limitador

En la gráfica se muestra un ejemplo de compresor/limitador, en ella podemos observar los principales parámetros que posee este procesador, ellos son:

Attack: Tiempo que tardará el dispositivo en comenzar a comprimir o limitar la señal.

Gain: La ganancia que se le dará a la señal luego de haber sido procesada.

Ratio: Radio de Compresión, es la variación del nivel de entrada con respecto al nivel de salida.

Radio Compresión = $\frac{\Delta in}{\Delta out}$ variación del nivel de entrada sobre el nivel de salida. Por lo general se representan valores de compresión de 2:1; 3:1 etc.

Umbral ó Threshold: Nivel de ganancia de entrada desde la que se empezará a aplicar la compresión.

Release: En español, relajamiento, es el tiempo que se le da al procesador para que deje de procesar la señal, una vez que esta ha disminuido el nivel del umbral establecido.

Knee (rodilla): Permite especificar la cantidad de compresión que vamos a dar a una señal, muchas veces se la define como hard knee (rodilla dura), lo que significa que la señal será comprimida apenas sobrepase los niveles de entrada establecidos. O soft knee, donde se la comprimirá proporcionalmente de una manera mucho más suave.

Compuertas y expansores

Las compuertas, son dispositivos que funcionan a la inversa de los compresores y limitadores, aquí el umbral especifica el nivel que es apto para que la señal sea enviada al amplificador o a la siguiente parte de la cadena electroacústica, las señales de menor nivel se las considera como ruido y son desconectadas del sistema.

Se pueden conmutar señales también para la aparición de nuevos tonos o frecuencias, es decir, se puede utilizar compuertas de ruido de tal manera que cuando la señal supere cierto nivel sea combinada con un tono puro u otra señal, logrando crear nuevas expresiones musicales o artísticas o mejorando la sincronización musical entre instrumentos.

Los expansores funcionan asignando un valor que no sea cero, al límite del umbral, es decir, a medida que la señal se acerque al umbral, este pasará la etapa electroacústica, pero con cierta relación de compresión. Su función es la contraria a los compresores y limitadores y se utilizan para regenerar el rango dinámico de las señales o reducir la relación de señal ruido en las grabaciones.

Parámetros de un expansor y compuerta de ruido:

Attack: Tiempo que tardará el dispositivo en permitir el paso de la señal, entre más corto sea este valor, más rápido ingresará la señal del sonido al sistema.

Hold: Este parámetro nos indica el tiempo que permanecerá en reposo la señal, luego de haber superado el release del compresor.

Ratio: Factor de multiplicación de la señal a la salida del dispositivo, cuando la señal supera dicho nivel, será amplificada el número de veces que se establezcan.

Umbral ó Threshold: Nivel de ganancia de entrada desde la que se empezará a aplicar la compuerta de ruido

Release: Tiempo que se le da al procesador para que deje de procesar la señal, una vez que esta a disminuido el nivel del umbral establecido.

Figura 2.15: Ejemplo de una compuerta y un expansor



Fuente: PROTOOLS M Powered 7.4.2

2.4.2 Efectos que agregan señal

Los efectos que agregan señal a una onda, combinan la señal sin procesar o seca con la señal procesada húmeda en distintos porcentajes, así se pueden mencionar los siguientes efectos dentro de esta clasificación: retardos o delay, reflexiones tempranas, reverberación, ambientación, coro, flanger, phaser y trémolo, entre otros.

Retardo (delay) y eco

El retardo es la pieza fundamental de un gran número de efectos, consiste en retardar la señal un determinado tiempo, por lo general en milisegundos. Con la creación de los retardos se consiguió crear la simulación de ecos ya que el eco no es más que la repetición de un sonido a causa del retardo entre la onda directa y la reflejada en una superficie distante. Para lograr la simulación de ecos, el retardo deberá ser mayor a 100 milisegundos.

Reverberación

Cuando los retardos ocurren entre los 10 a los 40 milisegundos se puede generar la idea de ambientación, así se provoca el fenómeno de reverberación de un lugar por medio de reflexiones, hay que considerar que las reflexiones producidas en una sala son de carácter múltiple, produciendo rebotes y reflexiones en distintos lugares de la sala, así al combinar mayor tiempo de reflexión y la cantidad entre la onda original se pueden conseguir distintos efectos con el retardo de las señales.

Modulación y trémolo

La modulación es un efecto añadido a la señal de audio en donde se varía uno o más parámetros de un generador de sonido o procesador.

El **trémolo**, uno de los primeros efectos conseguidos analógicamente consiste en la variación de la amplitud del sonido, creando una sensación de movimiento, por lo general se denomina velocidad de fluctuación del movimiento y es de un orden de baja frecuencia entre 0,1 y 10 Hz.

Vibrato

Vibrato, elemento que combina la modulación del sonido en función de la frecuencia, es muy utilizado en instrumentos musicales como el violín y la guitarra que resulta de proceder a agitar ligeramente las cuerdas de la guitarra.

Chorus

Bajo el mismo principio de combinación de las señales, el **chorus** superpone un vibrato musical con la señal sin procesar del sonido, así las dos señales

difieren en una cantidad variable de Hz, dependiendo de la profundidad de modulación que agreguemos al efecto. Así se consiguen generar pequeñas desafinaciones deseables en la señal que agregan dramatismo y realidad a nuestras grabaciones.

Flanger

El **flanger** es un efecto que se produce cuando se retrasa una señal con respecto a la grabación de otro canal y se agrega una modulación en contrafase con respecto del otro, este efecto en la práctica produce la suma y cancelación de frecuencias en la grabación, debido a que existen instantes en que algunas frecuencias se encuentran en contrafase y se cancelan. Su utilización es variada aunque más se aplica en la música psicodélica y el cine de ciencia ficción.

Phaser se utiliza modulando el filtro de una señal con un factor de calidad (Q) bastante específico, a través de un oscilador de baja frecuencia. Su efecto es similar al del flanger, en donde se cancelan ciertas frecuencias, la diferencia es que en el phaser se cancelan frecuencias específicas, mientras que en el flanger se alteran también sus armónicos.

2.5 Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC´S) en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

“El desarrollo de la ciencia y la técnica, junto al de la informática ha traído consigo un enorme impacto en la sociedad, especialmente dentro de las esferas de la información, las comunicaciones y el conocimiento; aspecto importante pues se considera que ellas constituyen la característica esencial de la sociedad actual” [13].

No hay que descartar el vertiginoso avance que ha tenido la electrónica en los últimos años, cuando las operaciones más difíciles se realizaban con inmensas calculadoras hasta el día de hoy que casi todos nuestros trabajos se hacen en

pequeños ordenadores. Esto ha sido un avance importante en todos los sentidos, permitiéndonos acortar el tiempo en que realizamos nuestros trabajos y agitando igualmente el tiempo en el que los presentamos; antes debían realizarse viajes de horas entre países para compartir los nuevos conocimientos realizados cuando ahora en pocos segundos se transmite grandes cantidades de información por medio del Internet.

La información es ahora de carácter universal; basta con digitar una pequeña palabra en la fabulosa WWW (“World Wide Web”) para desplegar un sin fin de oportunidades de conocimiento y aprendizaje a nuestra disposición. Es así como el mundo ha vivido esta adaptación a la globalización que cada vez es más fuerte en todos los medios.

Para la pedagogía, las enseñanzas se realizaban a través de computadores de “Instrucción Asistida” como nos cuenta Miguel Escalona Reyes del Instituto de Ciencias Pedagógicas de Cuba, estos instructores digitales recibían el nombre de CAI ó IAC. Los primeros CAI fueron TICCIT (Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television) y la mayor contribución que realizaban estos dispositivos en el aprendizaje era permitir que el alumno trabaje a su propio ritmo, “subrayando el papel de retroalimentación, aunque con limitaciones”. A inicios de los 80 ‘s aparecen las computadoras personales, de pequeño tamaño, fácil manejo y menor costo, que permiten un estudio más amplio y desarrollo en el campo de las ciencias. Los computadores facilitan algunas labores, para José A. Jiménez, docente universitario de Cuba, las principales son:

- Recurso Didáctico
- Instrumento de Aprendizaje
- Se convierten en un objeto de estudio.
- Recurso de organización escolar, mejoran los procesos de gestión y administración de escuelas.
- Instrumento al servicio de la evaluación.

- Instrumentos de desarrollo comunitario.

Todos estos recursos implementos se centran en como el profesor decida utilizarlos para mejorar el proceso educativo, no se debe olvidar que el computador es una máquina al servicio del hombre, por eso ella no ejerce ninguna responsabilidad en la educación y esta cae directamente al profesor que destina su sabio uso.

Las nuevas tecnologías que se apliquen en los procesos educativos permitirán la motivación y el interés de los estudiantes en todo momento; no debemos olvidar que las generaciones actuales han crecido junto con la televisión, los computadores y el internet, por lo que su implementación será de una facilidad increíble en estas tareas.

2.6 Metodologías de enseñanza - aprendizaje auditiva.

2.6.1 Conceptos pedagógicos.

Para comenzar a entender el proceso del aprendizaje, se debe comenzar por definir, ¿Qué es pedagogía?; según el diccionario de la Real Academia de La Lengua Española, la “pedagogía es la ciencia que se ocupa de la educación y la enseñanza, en general lo que enseña y educa lo realiza por doctrina y ejemplos”.

Antiguamente existían conceptos en donde se referían al proceso de aprendizaje y enseñanza relacionado únicamente a niños y adolescentes, sin embargo, con las nuevas metodologías de enseñanza y con el alto grado de revolución tecnológica por el que se encuentra atravesando el ser humano, querer monopolizar el conocimiento solo a las nuevas generaciones lo convertiría en un atentado contra las generaciones anteriores, eliminando su posibilidad de actualización y competencia frente a nuevos retos.

La pedagogía actual busca la reforma del conocimiento a través del estudio, la reflexión sobre las experiencias vividas y un sentido crítico de la realidad, poder cuestionar lo que está bien y está mal es importante para comenzar a aprender

y sobre todo entender. Una de las partes más importantes del conocimiento es la capacidad de relacionar hechos, llegar a tener un criterio bien formado permite al ser humano dar una respuesta oportuna de todos los hechos que le rodean.

El valor de aprender radica en pensar por uno mismo, discernir criterio y formar valores, transmitir y educar es una parte importante del mismo.

Existen varias clasificaciones a la pedagogía que se la dan en nuestros tiempos, pero para los fines pertinentes, se dará una breve descripción de las dos que más interesan para la realización del videojuego, ellas son:

TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Conocida también como enseñanza programada, esta forma de enseñar utiliza recursos técnicos por medio de máquinas didácticas. Aquí la relación entre profesor y estudiante tiende a desaparecer, ya que el profesor se convierte en un gestor de los programas y objetivos que el alumno deberá alcanzar por medio de las máquinas de aprendizaje, mientras que el estudiante se convierte en autodidacta, formando su propio aprendizaje.

Cabero, investigador español, señala en su libro “Nuevas metodologías aplicadas a la educación”, que la tecnología educativa es una mezcla de varios criterios, como factor **integrador**, ya que involucra, ciencia, tecnología, física, ingeniería y psicología, posee un factor **vivo**, ya que a través de él se experimentan los cambios y las nuevas tendencias de la pedagogía actual, **polisémico**, porque a lo largo de su historia ha ido acogiendo diversos significados y **contradictorio** ya que presenta igual número de opositores como simpatizantes.

CONSTRUCCIONISMO

El constructivismo, basa la experiencia previa del sujeto en el proceso de aprendizaje, aquí, se refuerzan los conocimientos previos del estudiante para que a través de ellos, el individuo crea sus nuevos conocimientos, en la teoría del aprendizaje desarrollada por Seymour Papert, matemático, científico

computacional y educador, nacido en Pretoria, Sudáfrica en 1928. Papert destaca la importancia de la acción, del proceder activo durante el proceso de aprendizaje.

Estas dos características son las que motivan y establecen la realización del videojuego, basando su funcionamiento en métodos modernos con metodologías interactivas para fomentar la práctica y retentiva de las habilidades a desarrollar.

2.6.2 Desarrollo de habilidades cognitivas, destrezas, capacidad de apreciación, sensibilidad

La palabra Cognición, “Perteneiente o relativo al conocimiento”; según la definición de la Real Academia de la Lengua, proviene del latín cognoscere o “conocer”.

Durante los últimos años, los científicos, psicólogos y educadores han investigado y desarrollado varios procesos que involucran a la etapa cognitiva del ser humano, durante el proceso de aprendizaje, en el cerebro se refuerzan varias habilidades como la percepción, el razonamiento, y la inteligencia.

Durante la presentación del método de entrenamiento y en cada uno de sus niveles, se reforzarán los aspectos de atención y comprensión, se explicarán los objetivos a desarrollar en cada nivel, cada estudiante o participante deberá razonar su respuesta antes de responder.

Memoria auditiva, la capacidad de cada persona de retener los sonidos que se encontrarán en la sección de ayuda del método de entrenamiento antes de comenzar cada nivel. Cada ejemplo se encuentra desarrollado de acuerdo a lo que se presentará en el método de entrenamiento. La repetición constante, permitirá reforzar estos contenidos en la mente de las personas.

Asociación de elementos, la presentación de los sonidos previos a iniciar cada nivel con los que se presenten en la etapa del juego. Ordenar ejemplos sonoros, con respecto a la apreciación que tenga cada estudiante, entre

aquellos que presentan mayor nivel de reverberación son algunas de las características que desarrolla este método de entrenamiento.

2.6.3 El juego, importancia del juego dentro del aprendizaje.

“No dejemos de jugar porque envejecemos;
envejecemos porque dejamos de jugar”

George Bernard Shaw

La lúdica, del latín *ludus* o relativo al juego, consiste una parte importante en el desarrollo de los individuos, así como una parte constitutiva de todo ser humano, ya que permite comunicarse, sentir, expresar ideas y conocimientos de manera segura además de producir distintas emociones que van orientadas hacia el entretenimiento, la diversión e incluso son una fuente generadora de emociones. El juego es una necesidad en todo ser humano, genera cambios cualitativos en la psique del hombre, estimulando y desarrollando sus estructuras cerebrales.

Jugar fomenta en toda persona la interpretación de pautas espacio – temporales, desarrolla la creatividad así como la curiosidad, fomenta las construcciones secuenciales, facilitando dentro de ellas la capacidad de concentración, atención activa y memorización, que son las piezas claves de todo tipo de aprendizaje.

Las actividades lúdicas fomentan en todo ser humano un desarrollo psico-social, conformando valores y orientarlos a la adquisición de saberes, ya que en ella actúan el gozo, la creatividad y el conocimiento.

“Lo lúdico genera un ambiente agradable, genera emociones, genera gozo y placer” lo dice Ernesto Yturralde Tagle, conferencista internacional y miembro del Directorio de la Revista Management América; quien se ha especializado en la aplicación de estas actividades durante sus talleres alrededor del mundo. Nunca es tarde para jugar, y la mejor forma de aprender es divirtiéndonos cuando lo hacemos, de esta manera, no es un reto, es simplemente una actividad que la realizamos con entusiasmo. Los juegos contribuyen al proceso

de creatividad a la vez del fortalecimiento de destrezas, estas actividades se pueden realizar individual o grupalmente, siendo la participación en conjunto la que fortalece los vínculos creativos y profesionales que se profesan en el mercado actual. Todo juego necesita ser cambiante, variado y dinámico, por medio de él se logra satisfacer las demandas educativas de curiosidad e investigación que contribuyen en este proceso.

Años atrás, el uso de video juegos en el aprendizaje, no ha sido visto satisfactoriamente, sin embargo, estudios realizados por la Universidad de Rochester en Nueva York, demuestran que, usar video juegos en edad temprana o adulta puede generar algunos beneficios pero en especial la toma rápida de decisiones basados a través de pensamiento analítico. “Se ha comprobado que la actuación del hombre en sus distintas actividades en muchas ocasiones es similar al modo de comportarse en los juegos durante la infancia”, se escribe en el libro de Didáctica Básica de la Educación Infantil de Gervilla Castillo, docente de la Universidad de Málaga – España. Actualmente se desea cambiar la idea del aprendizaje en el sentido de “lugar de trabajo” intentando que los centros de aprendizaje se transformen en “laboratorios de vida.”, continúa Gervilla Castillo.

Según la profesora “cuando los alumnos disfrutan de una actividad y ésta es compatible con los objetivos que creemos necesarios alcanzar, debe involucrarse en los procesos de enseñanza aprendizaje”.

3) Características del Método Interactivo de Entrenamiento Auditivo

3.1 Metodología pedagógica a utilizar dentro del método de entrenamiento.

Metodología Lúdica

Las actividades lúdicas son una fuente generadora de estímulos, muchas de ellas permiten:

- Desarrollar la capacidad individual de los individuos involucrados en el juego.
- Investigar, descubrir y disciplinar.
- Superar los conflictos emocionales.
- Ayudar en la colaboración y entendimiento del trabajo en grupo.

“Existen actividades tan agradables que es imposible dividir las entre juego y trabajo, una de las mayores virtudes del aprendizaje es ofrecer a los estudiantes situaciones y materiales estimulantes, y que a través de ellas se puedan generar ideas y actitudes creativas y edificantes” [14]

El aprendizaje y el juego, van de la mano, todo se puede aprender a través de los juegos, mejorar la percepción del entorno como la retentiva, y la atención. La agilidad mental y la sana competencia se generan a través de los juegos. Nunca se debe olvidar el objetivo del juego y la meta que se desea conseguir, así como estudiar adecuadamente a los estudiantes y participar de las actividades, de tal manera que los juegos realizados para ciertas actividades vayan acorde con los contenidos de la materia dada en clase, la edad y demás aspectos de la vida del estudiante, así se podrá alcanzar el éxito con las actividades lúdicas.

El método de entrenamiento auditivo, incorporará esta metodología ya que como se ha citado en el capítulo anterior, la metodología del juego permite generar la capacidad de concentración, atención activa y memorización, piezas claves para el fortalecimiento auditivo.

Las facilidades en el uso del software de entrenamiento a través de una interfaz gráfica amigable con el usuario, la clasificación de acuerdo a objetivos (reconocimiento de tonos puros, ecualización, técnicas de Microfonía, entre otros). La retentiva necesaria para desenvolverse en el sistema a través de la memorización de ejemplos sonoros que luego se transformarán en preguntas que los participantes deberán responder para avanzar de nivel, generarán el ambiente agradable para reforzar y fortalecer el conocimiento.

3.2 Descripción y características del sistema

El presente método de entrenamiento, contará con el desarrollo de algunos temas importantes al desarrollo del efecto auditivo, enfocado en desarrollar y reforzar varias habilidades dentro de cada nivel, permitiendo escoger además el campo de estudio que nos queremos concentrar al empezar el entrenamiento. Las habilidades que se desarrollarán son:

- Frecuencias y tonos puros combinados con ruido rosa.
- Variación de parámetros de Ecuilización sobre pistas musicales.
- Variación de parámetros de Efectos (Compresión, Reverberación y Delay).

La utilización del parámetro de frecuencias permite reforzar el conocimiento de tonos puros, ecualización con ruido rosa incrementado o disminuido en 12 dB en las 10 bandas de frecuencia del sonido.

Variación de parámetros de Ecuilización sobre pistas musicales, se enfocará en la aplicación de los conceptos de ecualización y filtros utilizando pistas musicales, se incrementará o cortará en 12 dB pistas de audio con temas musicales. La aplicación de filtros pasa bajos, pasa altos o pasa banda. El reconocimiento de factores de calidad (Q). Cada sección podrá ser escuchada varias veces hasta que los concursantes estén seguros de la respuesta que van a dar.

La Variación de Parámetros de efectos trabajará con otros aspectos, la compresión, la identificación de parámetros como el nivel sonoro, los delay y la reverberación presente en una pista musical, manejados a través de diferenciación de temas.

Cabe destacar que cada nivel de entrenamiento edita preguntas de manera aleatoria, lo que permite que los estudiantes no conozcan de antemano que pregunta les va a tocar sino que sea su oído el que los guíe hasta el final del software.

3.2.1 Descripción del programa de software

Por las facilidades que brinda el proyecto se dispone de la opción de CD ROM, que se distribuye a distintos alumnos de la facultad de ingeniería en sonido, ingenieros y profesionales de sonido y personas en general, quienes evaluarán el contenido presentado en el proyecto. Cada fase del método de entrenamiento es diferente entre sí, de tal manera, un jugador puede estar muy bien en el reconocimiento de frecuencias pero su puntaje no será muy sobresaliente en diferenciar parámetros de ecualización.

Para que los estudiantes y profesionales tengan una completa guía de lo que se va a utilizar se desarrolló una sección introductoria que expone todos los contenidos presentes en el método de entrenamiento. En la figura 3.1 se aprecia el menú de inicio del Método de Entrenamiento denominado “The Audio Master Listener”.

Figura 3.1: Menú de inicio al Método de Entrenamiento.



Fuente: “The Audio Master Listener.” (Método de entrenamiento diseñado por Pablo Jaramillo).

En esta sección se explican los módulos que contiene todo el programa, los procedimientos para avanzar y sobre todo los requisitos técnicos que su

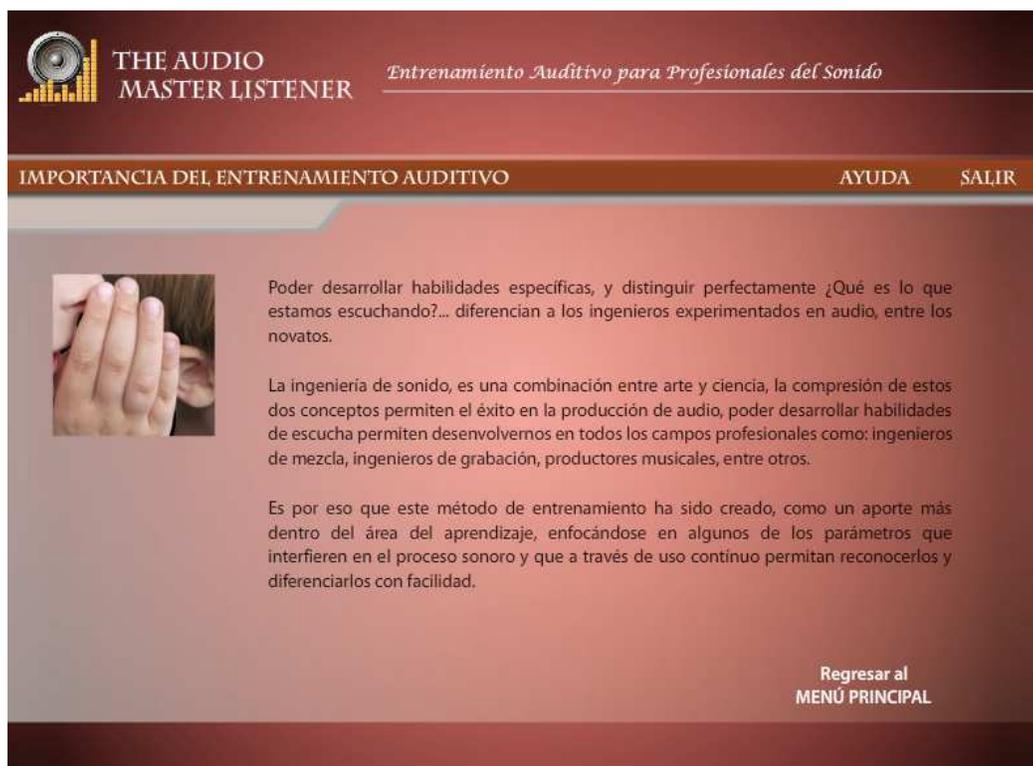
sistema sonoro debe poseer para apreciar el método de entrenamiento. Los cuatro menús que se presentan en el programa son:

- Importancia del Entrenamiento Auditivo.
- Calibración de tu sistema.
- Secciones de Entrenamiento
- Instrucciones y Ponderación de Resultados.

Importancia del Entrenamiento Auditivo

Prácticamente es un breve resumen de lo que se necesita en el campo profesional de la Ingeniería de Sonido y Acústica para poder ser un profesional exitoso, y los objetivos que pretende el software de entrenamiento.

Figura 3.2: Importancia del Entrenamiento Auditivo



Fuente: "The Audio Master Listener." (Método de entrenamiento diseñado por Pablo Jaramillo).

Calibración de tu sistema

El principal pilar, para que el software de entrenamiento se ejecute correctamente es la aplicación de este contenido, en el se dispone de los ejemplos sonoros que se van a reproducir durante el programa y que el sistema de amplificación debe poseer para su correcto uso. Son 3 ejemplos de ruido rosa ejecutados en:

1. Ruido rosa a menos 18 dB.
2. Ruido rosa a menos 12 dB.
3. Ruido rosa a menos 6 dB.

Estos ejemplos permiten crearnos un “headroom” para evitar los posibles daños de las transientes provocadas por los picos de la señal que pueden exceder los límites máximos de nuestro sistema de audio. Los ejemplos son basados en los establecidos por Dave Moulton, en “Golden Ears Training Method”.

Figura 3.3: Calibración del Sistema de Sonido



Fuente: “The Audio Master Listener”. (Método de entrenamiento diseñado por Pablo Jaramillo).

Una vez establecido el parámetro de potencia sonora que se va a utilizar durante el entrenamiento, se continúa con una sección de tonos puros que permite comprobar si nuestro sistema reproduce adecuadamente las frecuencias de audio que se presentarán durante el entrenamiento. Los tonos puros son los siguientes:

- 40 Hz.
- 100 Hz
- 1000 Hz
- 10000 Hz
- 15 000 Hz

• **Figura 3.4:** Calibración del Sistema de Sonido (tonos puros)



Fuente: “*The Audio Master Listener*”. (Método de entrenamiento diseñado por Pablo Jaramillo).

Secciones del Programa

Reconocimiento de tonos puros y Ruido Rosa

Conocida como *sección A*, está conformada por dos parámetros importantes, una es el reconocimientos de tonos puros, estos están diseñados con audios

de bandas de tercio de octava (63 Hz, 125Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz y 8000 Hz). La otra sección del juego de frecuencias consiste en el reconocimiento de ruido rosa, incrementado o disminuido 12 dB por bandas de octava.

El entorno gráfico donde se desarrolla el primer nivel del método de entrenamiento, es con el reconocido ingeniero Alan Parsons. Nominado al Grammy como mejor ingeniero de sonido con el grupo inglés Pink Floyd en el Album *The Dark Side of the Moon*.

Figura 3.5 Primera sección de entrenamiento.



Fuente: <http://usuarios.multimania.es/audionautas/Paranoias/santuarios6.htm>

La generación de cada audio tarda alrededor de 15 segundos, tiempo suficiente para reconocer los sonidos generados durante este segmento.

Esta sección dispone de cuatro niveles, cada uno conformado con 10 preguntas.

- El primer nivel del método de entrenamiento incorpora tonos puros, ondas sinusoidales de distinta frecuencia, pertenecientes a las 10 bandas de octava del sonido: 31 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz. Se establecerá un tono puro y tres paciones de respuesta, los participantes deberán contestar que frecuencia

es la que están escuchando, disponen de tres intentos, si fallan los tres, el juego se detiene y les otorga su resultado.

- El segundo nivel del juego incorpora la utilización de ruido rosa, en él, los primeros 5 segundos se entregará el ruido sin ecualizar, los siguientes 5 segundos se aplicará un incremento de 12 dB en las 10 bandas de octava del sonido establecidas previamente, y los últimos 5 segundos se escucha el audio original.
- El tercer nivel, utilización de ruido rosa, cortado de 12 dB a las 10 bandas de octava del sonido. Al igual que el nivel dos, se generarán ruidos con una duración de quince segundos, los primeros 5 segundos presentan el sonido original, los siguientes 5 el ruido rosa cuando ha sufrido un corte de 12 dB por banda de octava y los últimos cinco segundos presentan el audio original.
- La última sección del método de entrenamiento genera sonidos de ruido rosa incrementado y disminuido en 12 dB para las 10 bandas de frecuencia del sonido. Las preguntas son de orden aleatorio por lo que los estudiantes deberán tener muy claro los conocimientos para concluir con su entrenamiento.

Antes de iniciar cada nivel, se dispone de la opción de **ayuda**, en ella se presenta una sección de “calentamiento” o repaso, que contiene todos los ejemplos que se presentarán dentro del siguiente, una vez que se procede con el botón continuar, el participante no puede regresar a este menú.

Figura 3.6 Ejercicios de calentamiento, encontrados en el Menú de Ayuda



Variación de Parámetros de Ecuación

Denominada también como *sección B*, cuenta con distintos parámetros a analizarse, el incremento de 12 dB por bandas de octava (Las bandas de octava utilizadas son: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz y 8000 Hz.) y el corte de 12 dB en las bandas respectivas. El reconocimiento del factor de calidad Q, comparando distintas pistas musicales, factor de calidad Q2, Q5 y Q10 fueron utilizados en este método. La comparación de filtros pasa altos, pasa bajos y rechaza banda también se exponen en esta sección.

La duración de cada pista será de quince segundos, la pista uno presentará el tema original, mientras que la pista dos presentará el tema totalmente modificado, los usuarios tendrán el tiempo suficiente para responder de manera adecuada este nivel.

- El primer nivel, constará de 10 preguntas, y utilizará pistas musicales incrementadas en 12 dB a cada una de las 10 bandas de octava, aleatoriamente. Los participantes disponen de tres intentos, si fallan, el método de entrenamiento se detendrá y les otorgará su calificación. Si responden correctamente, al ingresar a la pregunta diez, avanzarán al siguiente nivel.
- El segundo nivel estará compuesto de diez preguntas, en ella se establecerá un corte de 12 dB a las 10 bandas de octava del sonido, los valores de ecualización, filtros y factores de calidad Q, con corte de 12 dB serán presentados en este nivel.
- El tercer y último nivel presenta la exposición de sonidos de manera aleatoria, los cortes e incrementos de 12 dB serán presentados a través de pistas musicales. Este nivel también está compuesto de 10 preguntas.

Figura 3.8 Estructura de la Sección B, Variación de Parámetros de Ecualización.

THE AUDIO MASTER LISTENER

SECCIÓN A B C ECUALIZACIÓN AYUDA SALIR

ECUALIZACIÓN: BANDAS DE FRECUENCIA INCREMENTADAS 12 DB

NIVEL 1

Escucha atento los distintos tipos de filtros aplicados al tema musical, y luego compara cual de ellos se utilizó en el tema "Sexualy Active". Así podrás escoger la opción correcta.

Nota: frecuencia de corte 250 hz; ganancia 12 dB, factor Q 5; se utilizó el plug in Q1 de Waves.

Filtro Pasa Bajos Filtro Pasa Altos Filtro Pasa Banda

"Sexualy Active"
Autor: Stuart Hamm
Disco:Radio Free Albemuth
Año: 1999

OPCIONES:

Filtro Pasa Bajos
 Filtro Pasa Altos
 Filtro Pasa Banda

SECCIÓN B PREGUNTAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 PUNTAJE: 0/100 PTS.

Fuente: "The Audio Master Listener". Sección B de entrenamiento.

Como se puede apreciar en la figura 3.8, las preguntas de la sección B, constan de varios ejemplos sonoros para hacer más interesante y dinámica la participación de los estudiantes, y además poseen un cuadro con la información de pistas musicales, respetando los derechos de autor de cada tema musical.

Cabe destacar, que cuando un estudiante responde mal a una pregunta, no podrá acceder a la siguiente, de tal manera con el método de ensayo y error, se pretende reforzar e impartir el conocimiento.

Al finalizar el segmento, se entregará el resultado de su participación, cada pregunta bien respondida tiene un valor de diez puntos, las preguntas contestadas en el segundo intento suman cinco puntos. Se dispone de un máximo de tres intentos por cada nivel.

Variación de Parámetros de Efectos

La última sección del método de entrenamiento conocida como sección C, trabaja sobre el reconocimiento de la aplicación de parámetros como Reverberación, Delay, Flanger, Chorus en temas musicales.

- El primer nivel trabaja sobre el reconocimiento de los parámetros de compresión, que se presentan 10 preguntas que contienen los parámetros más importantes presentes en la aplicación de compresión a temas musicales; estos son: reconocimiento de ataque (attack), relajamiento (release), umbral (threshold) y radio de compresión (ratio).
- El segundo nivel trabaja sobre el reconocimiento exclusivo de la aplicación de Reverberación en distintos temas y pistas musicales. Esta se desarrolla en base a 10 preguntas, donde se aplican los parámetros existentes en reverberación. Tiempo de Reverberación, porcentaje de reverberación, que pistas poseen reverberación en la voz, entre otros ejemplos son aplicados aquí para comprender este fenómeno del audio.
- El último nivel trata sobre la compresión de los temas de Delay; varios ejemplos sonoros se generaron aquí, incluyen delays de 5 milisegundos,

30 milisegundos y 50 milisegundos. De tal manera que se puedan apreciar los efectos aplicados. Aquí se puede diferenciar y apreciar la imagen estéreo que producen el retardo en las señales tanto para el canal izquierdo como el canal derecho. Se incluye la opción “No hubo cambio” para que los jugadores puedan demostrar su conocimiento y validar su respuesta.

Figura 3.9 Sección C, Variación de Parámetros de Compresión.

THE AUDIO MASTER LISTENER

SECCIÓN: A B C VARIACIÓN EFECTOS AYUDA SALIR

VARIACIÓN DE PARÁMETROS:
COMPRESIÓN

Se escucha un tema de Caetano Veloso, en cuatro versiones:

- A. Original (sin compresión agregada)
- B. Threshold -6dB
- C. Threshold -12dB
- D. Threshold -24 dB

Escucha atento y reconoce cada una de las pistas, de tal manera que puedas identificar el umbral de compresión que ha sido modificado y arrastres las pistas de sonido, hasta las versiones sonoras que correspondan al parámetro modificado.

Nota: Se utilizó un compresor plugin L2 de Waves. El resto de los ajustes que no son Threshold son: *Attack rápido; Release automático; Ratio limitator; Output compensado.*

PISTAS DE SONIDO: **VERSIÓN:** Arrastra debajo de cada imagen los clips de audio correspondientes

Versión Original	Threshold -6dB:	Threshold -12dB:	Threshold -24dB
THRESHOLD 0.0	THRESHOLD -6.0	THRESHOLD -12.0	THRESHOLD -24.0
SONIDO 1		SONIDO 2	
SONIDO 3		SONIDO 4	

SECCIÓN C PREGUNTAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 PUNTAJE:0/100 PTS.

Fuente: “The Audio Master Listener”. Sección C de entrenamiento.

En la figura 3.9, se aprecia un ejercicio presente en la Sección C, la instrucción pide arrastrar los audios al parámetro de Threshold correcto, que se aplicó a una pista musical.

Superado el primer nivel del juego se presentan ejemplos correspondientes a la modificación de parámetros de Reverberación como el presentado en la figura 3.10.

Figura 3.10 Sección C, Variación de Parámetros de Reverberación.

THE AUDIO MASTER LISTENER

SECCIÓN: A B C VARIACIÓN EFECTOS AYUDA SALIR

VARIACIÓN DE PARÁMETROS:
REVERBERACIÓN

Escucha atento y ordena los siguientes tracks de mayor a menor, entre cuales son los que presentan mayor nivel de wet.

PISTAS DE SONIDO:

RESPUESTAS: Arrastra las pistas y ordena de mayor a menor, los audios que presentan mayor nivel de Reverb.

Mayor Menor

Nota: Se utilizó un compresor plugin L2 de Waves. El resto de los ajustes que no son Threshold son: Attack rápido; Release automático; Ratio limitator, Output compensado.

SECCIÓN C PREGUNTAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 PUNTAJE:0/100 PTS.

Fuente: “The Audio Master Listener”. Sección C de entrenamiento.

Una de las preguntas establecidas en el nivel de Reverberación consiste en ordenar los ejemplos sonoros presentados, entre aquellos que presentan mayor nivel de reverberación hasta los que se encuentran con un nivel muy bajo, manteniendo un esquema entretenido para los participantes y temáticas distintas de aprendizaje.

El esquema gráfico de la última sección del método de entrenamiento presenta los parámetros de Delay aplicados en pistas musicales, cada pregunta tiene tres opciones de respuesta y se establecen parámetros como tiempo o tipo de Delay aplicado.

En la figura 3.11 se establece un ejemplo del esquema gráfico:

Figura 3.11 Sección C, Variación de Parámetros de Delay

THE AUDIO MASTER LISTENER

SECCIÓN: A B C VARIACIÓN EFECTOS AYUDA SALIR

VARIACIÓN DE PARÁMETROS:

DELAY (Retraso)

Delay; conocido también como "retardo o retraso" permite generar repeticiones en el tiempo de la señal que ingresa en su entrada, como intentando hacer similitud a un eco. Escucha atento los siguientes ejemplos para determinar que TIPO de delay fue utilizado en la pista musical:

▶ Audio Original ▶ Ping Pong ▶ Multitap Delay

TIPOS DE DELAY

Escucha atento y determina el TIPO de delay que se aplicó en la siguiente pista musical:

Multitap Delay

Ping Pong

No hay delay

COMPROBAR:

SECCIÓN C PREGUNTAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 PUNTAJE: 0/100 PTS.

Fuente: "The Audio Master Listener". Método de Entrenamiento Auditivo.

3.2.2 Reglas del método de entrenamiento

Cada parte del método de entrenamiento maneja sus propias estadísticas y resultados, en ellos se deberá responder 10 preguntas en cada partida, las mismas que tienen 3 opciones de respuesta. Cuando un usuario responda equivocadamente, el sistema no le permitirá avanzar, las repeticiones y experiencias que se generen en el método son lo que les permitirá a los estudiantes aprender.

El participante tiene solamente dos oportunidades de equivocación, cuando haya contestado 3 preguntas erróneamente, el sistema automáticamente se detendrá y le otorgará una calificación, esta calificación permitirá que los estudiantes se superen, conociendo de antemano en que han fallado. Los resultados podrán ser consultados por todos en cada nivel de método, los

participantes que contesten correctamente todas las preguntas llegarán al final y obtendrán un resultado de 100 puntos.

En el menú inicial de acceso al software de entrenamiento se describe toda la interfaz gráfica implementada en este Método (Figura 3.12).

Figura 3.12 Esquema gráfico del Software de Entrenamiento

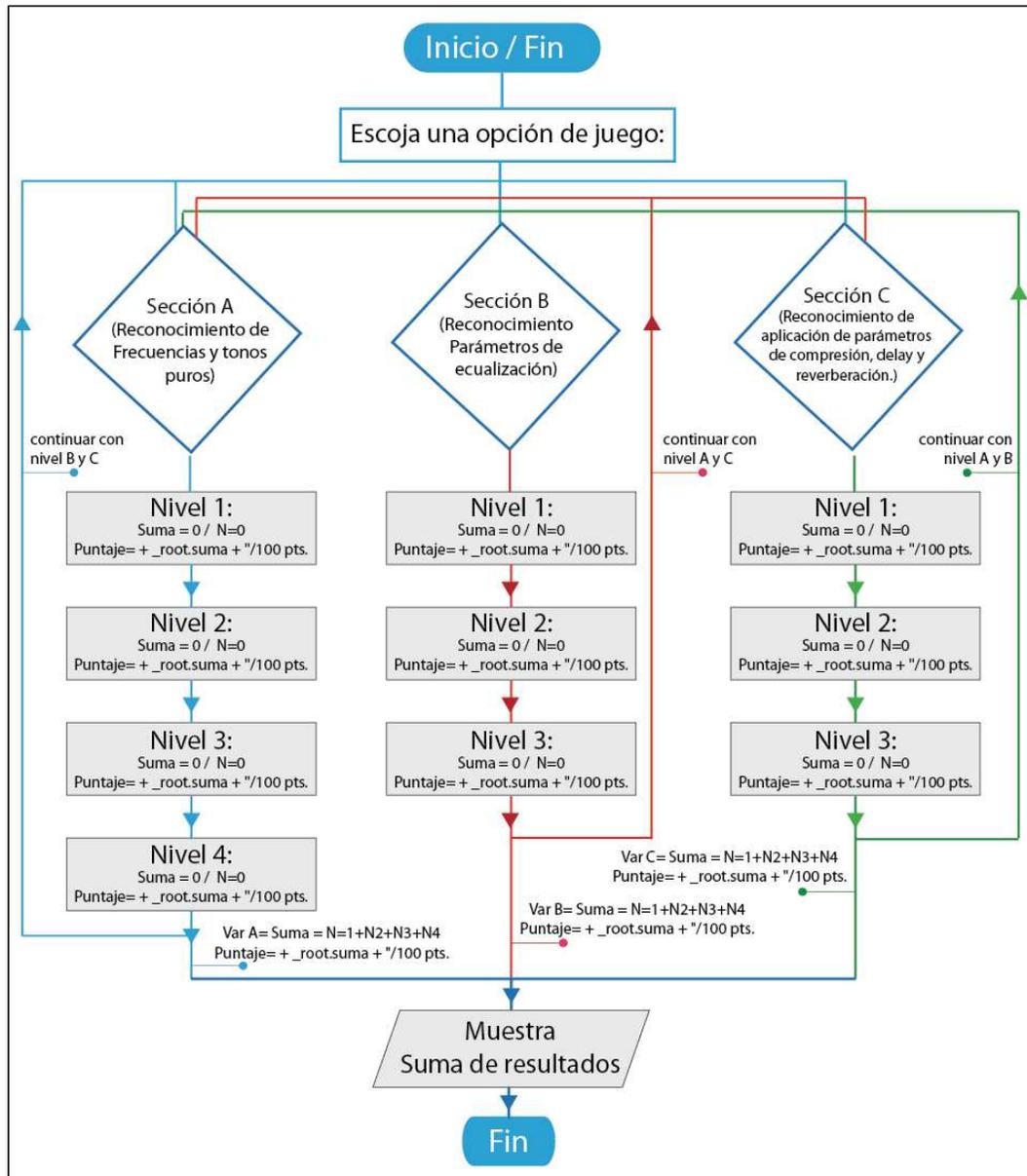


Fuente: "The Audio Master Listener".

De esta manera se pretende contabilizar y registrar el progreso que han tenido dentro del método de entrenamiento. El sistema cuenta con 30 preguntas por nivel, de tal manera que no podrán conocerse todas las preguntas generadas ni las opciones de respuesta posibles en una sola oportunidad. En cada sección del método de entrenamiento se establecen los niveles de ponderación, las dificultades presentadas y los retos que deberán ser resueltos para pasar al siguiente nivel.

3.2.3 Diagrama de flujo de datos del sistema

Figura 3.13: Diagrama de flujo de datos de ingreso al sistema



Fuente: Código de funcionamiento del método de entrenamiento auditivo.

4. Implementación del Método de Entrenamiento Auditivo a estudiantes de Ingeniería en Sonido y Acústica

4.1 Descripción de los indicadores de evaluación para conocer la eficacia del método de entrenamiento.

Para conocer la eficacia del método de entrenamiento auditivo diseñado; el sábado 1, martes 4, miércoles 5 y jueves 6 de octubre se realizó la evaluación a 30 estudiantes y ex alumnos de la carrera de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas para conocer su percepción sonora. El grupo de estudiantes respondía a las siguientes características:

Tabla 4.1: Características del grupo objetivo a evaluar

Universo Muestral	Estudiantes, egresados y graduados de la Escuela de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas.
N. de alumnos matriculados (2011- 2012)	175 estudiantes
N. de graduados	40 estudiantes
Espacio muestral	30 estudiantes
Edades	18 – 29 años
Estrato Social	Medio Alto

Los cuestionarios que los estudiantes y ex alumnos respondieron fueron tres:

- “Reconocimiento Auditivo” (reconocimiento de tonos puros, ruido rosa incrementado y disminuido en 12 dB por banda de octava del sonido)
- “Reconocimiento de Variación de Parámetros de Ecuación” este contaba con temas musicales incrementados o disminuidos en 12 dB a cada una de las 10 bandas de octava del sonido, así como el

reconocimiento del tipo de factor de calidad aplicado en pistas musicales.

- “Reconocimiento auditivo de los parámetros de compresión, reverberación y delay”.

Los cuestionarios de evaluación fueron difundidos a través del internet, gracias a la herramienta *Google Docs*. El criterio de evaluación fue el siguiente: 4 respuestas correctas “**sobresaliente**”; 3 aciertos “**muy buena**”; 2 aciertos “**buena**”; 1 acierto “**regular**” y 0 aciertos “**insuficiente**”

El procedimiento consistió en hacer escuchar a los estudiantes cada uno de los ejemplos sonoros a los que iban a ser expuestos, a manera de calentamiento, durante 10 segundos para que memoricen los sonidos, luego de ello se les pidió responder a 4 preguntas concernientes al tema; todos contaron con audífonos profesionales para que no existan diferencias entre lo que perciben unos de otros; Al finalizar cada cuestionario tenían un período de quince minutos de descanso para que su oído se recupere.

Al finalizar los test de evaluación se les repartió en Disco Compacto (CD) el software del método de entrenamiento auditivo diseñado para que a lo largo de un mes puedan utilizarlo y evaluarlo.

Al finalizar la etapa de prueba, el martes 8, miércoles 9 y jueves 10 de noviembre se les realizó la evaluación de los tres cuestionarios consultados previamente para conocer el porcentaje de avance que los estudiantes tuvieron durante ese período.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

4.2 Presentación de los resultados obtenidos antes y después de utilizar el método de entrenamiento auditivo

Test De Evaluación N.1

Reconocimiento de Tonos Puros; Ruido Rosa Incrementado

Y Disminuido 12 dB.

- La primera sección constituida de cuatro preguntas se centró en el **reconocimiento de tonos puros** en las cinco **bandas graves de frecuencia**.

Los resultados presentados en la **tabla 1** demuestran como el porcentaje de estudiantes con calificación “sobresaliente” se ha incrementado en un 13, 33%; los estudiantes con una calificación de “Muy buena” presentaron un incremento del 20%, mientras que los resultados de Buena (2 aciertos), Regular (1 acierto) e Insuficiente disminuyeron considerablemente.

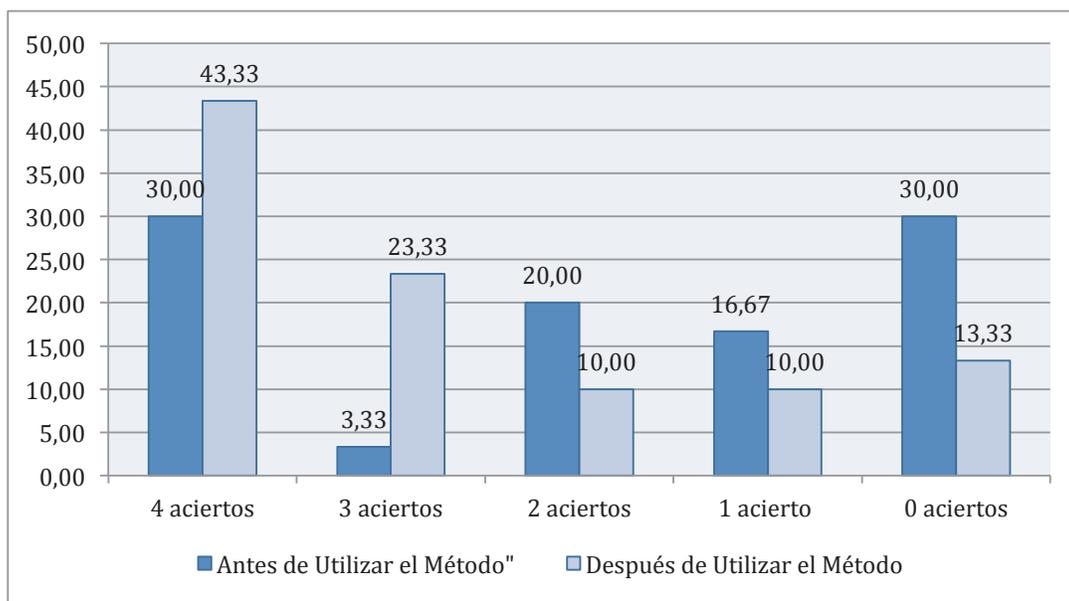
Tabla 4. 2: Reconocimiento de las bandas de frecuencia graves del sonido (tonos puros: 31 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz)

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Responder llenando el casillero con alguna de las cinco opciones posibles. Las respuestas se encuentran dentro de las siguientes frecuencias: 31 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz"</i>				
	Puntaje	Sobresaliente 4 aciertos	Muy buena 3 aciertos	Buena 2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	9	1	6	5	9
	Porcentaje (%)	30,00 %	3,33 %	20,00 %	16,67 %	30,00 %
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	13	7	3	3	4
	Porcentaje (%)	43,33 %	23,33 %	10,00 %	10,00 %	13,33 %

En el gráfico 4.2 se puede apreciar claramente como los estudiantes han presentado una mejoría en su respuesta auditiva, trasladándose aquellos con

bajas calificaciones a los escalones sobresalientes de la tabla y disminuyendo en un promedio de 20 % aquellos con bajas calificaciones.

Gráfico 4.2: Gráfico de resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo tonos puros: (31 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz).



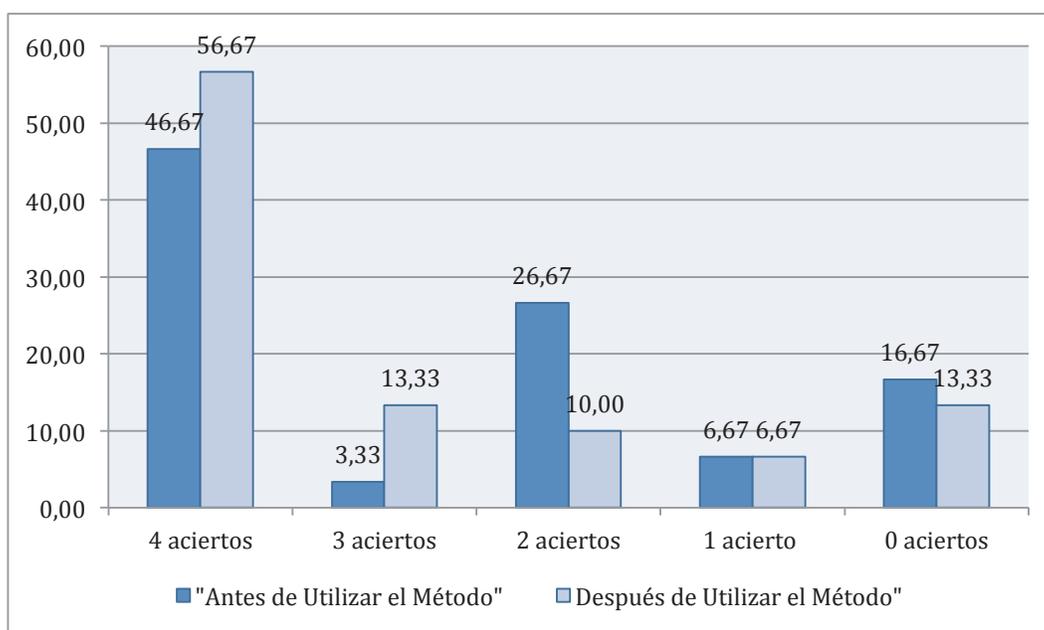
- Las preguntas 5 a la 8 se centraron en el **reconocimiento de tonos puros** en las cinco **bandas agudas** de frecuencia.

Los resultados que se presentan en la Tabla 4.3; demuestran como luego de un mes de utilización los estudiantes con una calificación sobresaliente se incrementaron en un 10 %; pudiendo reconocer de mejor manera los sonidos a los que estaban siendo evaluados; así mismo, se presenta un incremento en el porcentaje de estudiantes con una calificación de muy buena; y una disminución del porcentaje de estudiantes con una calificación de insuficiente de alrededor del 3 %.

Tabla 4.3: Reconocimiento de las bandas de frecuencia agudas del sonido
(tonos puros: 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz; 8000 Hz; 16000 Hz)

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Responder llenando el casillero con alguna de las cinco opciones posibles. Las respuestas se encuentran dentro de las siguientes frecuencias: 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz; 8000 Hz; 16000 Hz"</i>				
	Puntaje	Sobresaliente 4 aciertos	Muy buena 3 aciertos	Buena 2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	14	1	8	2	5
	Porcentaje (%)	46,67 %	3,33 %	26,67 %	6,67 %	16,67 %
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	17	4	3	2	4
	Porcentaje (%)	56,67 %	13,33 %	10,00 %	6,67 %	13,33 %

Gráfico 4.3: Gráfico de resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo (tonos puros: 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz; 8000 Hz; 16000 z)



- El tema de las preguntas de la 9 a la 14 fue el **reconocimiento de ruido rosa incrementado 12**

El criterio de evaluación cambió debido al aumento de preguntas en esta sección, 3 preguntas se les hacía escuchar ruido rosa incrementado en bandas graves de frecuencia (frecuencias comprendidas entre 31 Hz hasta 500 Hz), y 3 preguntas debían diferenciar a las pistas que se les había aplicado un incremento de 12 dB para las 5 bandas agudas del sonido (1000 Hz hasta 16000 Hz); de esta manera se estableció lo siguiente:

Se les asignaba una calificación sobresaliente a los participantes que respondían correctamente todas las preguntas (6); Muy buena a los participantes que respondían bien de 4 a 5 preguntas, buena a aquellos que respondían de 3 a 2 preguntas, y las notas más bajas, regular aquellos que solo respondían 1 pregunta bien e insuficiente quienes no podían responder correctamente ninguna pregunta.

Los resultados se detallan en la tabla N. 4.4

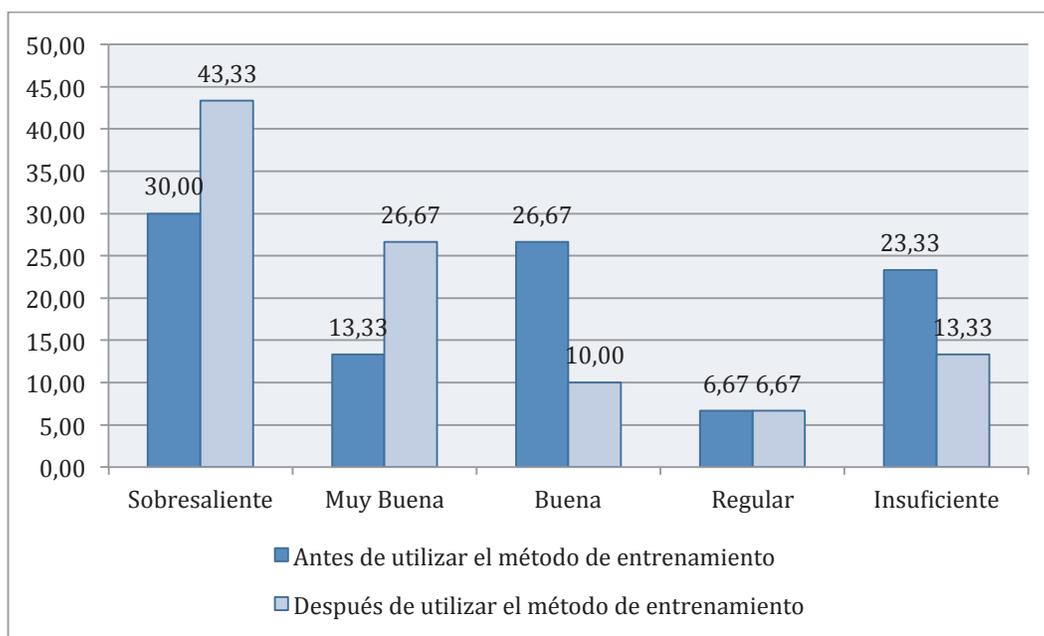
Tabla 4.4: Reconocimiento de ruido rosa incrementado en 12 dB por banda de octava del sonido.

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Las siguientes preguntas tratan sobre la variación de los parámetros de ecualización en pistas musicales cuando se haya incrementado en 12 dB, las 10 bandas de octava del sonido"</i>				
	Número de aciertos	Sobresaliente 6 aciertos	Muy buena 5-4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	9	4	8	2	7
	Porcentaje (%)	30%	13,33%	26,67%	6,67%	23,33%
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	13	8	3	2	4
	Porcentaje (%)	43,33%	26,67%	10,00%	6,67%	13,33%

Como se puede apreciar en la tabla 4.4; los estudiantes con una calificación de sobresaliente presentaron una mejoría del 13,33 % en la percepción de ruido

rosa incrementado en 12 dB, aumentando el número de estudiantes de 9 a 13 en esta sección; los estudiantes con una calificación de muy buena, incrementaron el doble de 4 a 8 estudiantes luego de utilizar el método de entrenamiento así mismo el número de participantes con una respuesta insuficiente disminuyó de 7 a 4 participantes, una disminución del 13,33 %.

Gráfico 4.4: Resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo con ruido rosa incrementado en 12 dB



La gráfica 4.4 permite apreciar claramente como la implementación del método de entrenamiento auditivo diseñado, ayudó a los participantes en mejorar su respuesta auditiva, aumentado en un 13,33 % la calificación de participantes con 6 aciertos (sobresaliente). Los resultados pudieron aún ser mejores aunque debe considerarse que el tiempo de evaluación que ellos tuvieron tan solo fue de un mes y no puede garantizarse el tiempo que cada uno dedicó a la utilización del método de entrenamiento auditivo desarrollado.

- La sección final de evaluación constaba de 6 preguntas, en ella se evaluaba el reconocimiento de **ruido rosa disminuido 12 dB** por cada banda de octava del sonido.

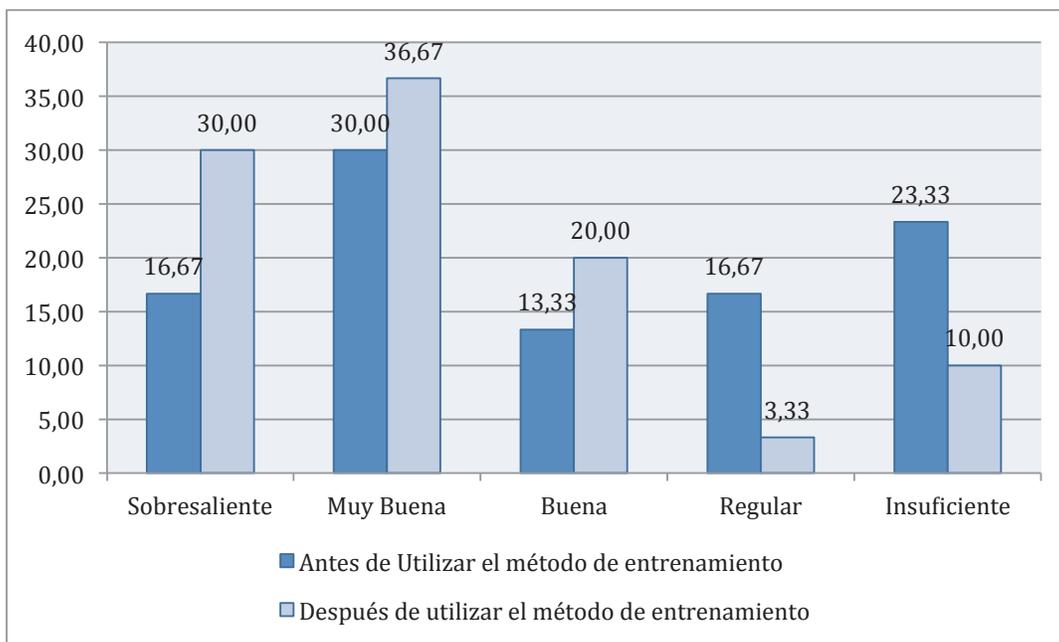
El criterio de evaluación se mantuvo igual que en las preguntas anteriores, 6 preguntas en total, 3 de ellas con ruido rosa disminuido en 12 dB para las bandas graves del sonido y 3 de ellas para las bandas agudas. Los resultados se detallan en la Tabla 4.5:

Tabla 4.5: Reconocimiento de ruido rosa disminuido en 12 dB por banda de octava.

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Las siguientes preguntas tratan sobre la variación de los parámetros de ecualización en pistas musicales cuando se haya disminuido en 12 dB, las 10 bandas de frecuencia"</i>				
	Número de aciertos	Sobresaliente 6 aciertos	Muy Buena 5-4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	5	9	4	5	7
	Porcentaje (%)	16,67%	30%	13,33%	16,67%	23,33%
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	9	11	6	1	3
	Porcentaje (%)	30,00%	36,67%	20,00%	3,33%	10,00%

El reconocimiento auditivo de ruido rosa cuando se le ha aplicado una ecualización de corte de 12 dB es mucho más difícil de percibir para el oído humano debido a que el resto de frecuencias realizan un enmascaramiento de señal. Es por eso que los resultados obtenidos por los estudiantes son menores que los que se presentan en la tabla 3; sin embargo, con el entrenamiento continuo los participantes han logrado mejorar su percepción auditiva. Así se ha incrementado en 13,33% los estudiantes con calificación sobresaliente, así como en los estándares de Muy buena, en un 13,33 % y en Buena alrededor de 6,67 %. En la gráfica se puede apreciar el incremento realizado.

Gráfico 4.5 Resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo con ruido rosa disminuido en 12 dB



Test de Evaluación n.2

“Evaluación y reconocimiento de variación de parámetros de Ecuilización”

- El segundo test realizado, se basó en el reconocimiento que produce la modificación de la curva de frecuencia en pistas musicales, la primera sección conformada por seis preguntas se basó en la percepción sonora que produce la Ecuilización de pistas musicales **Incrementado en 12 dB** bandas para las 10 bandas de frecuencia.

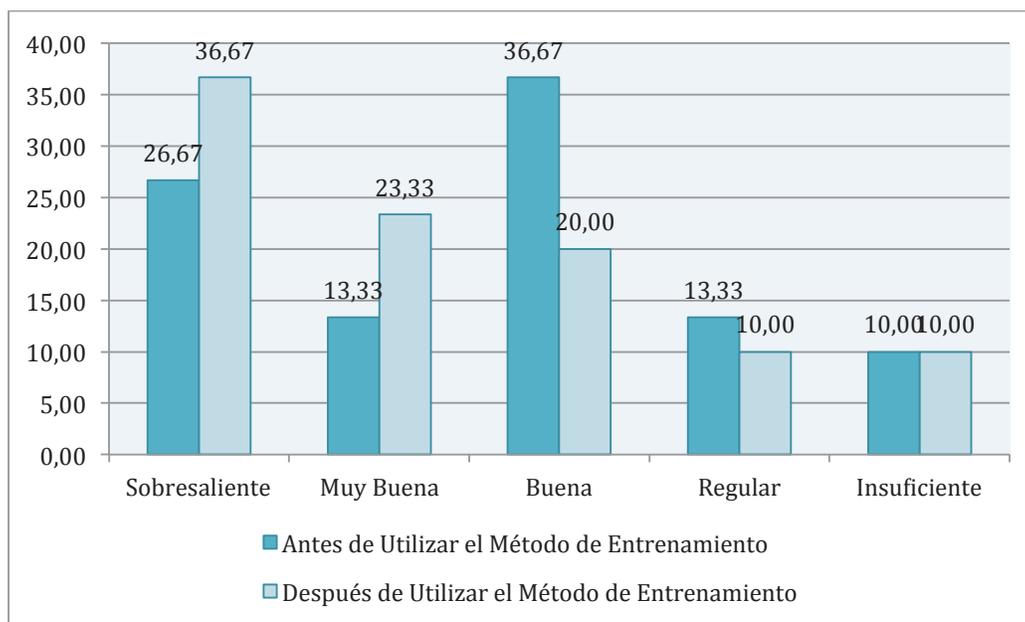
Como se demuestra en la Tabla N. 4.6 el método de entrenamiento auditivo desarrollado proporciona un mejoramiento en la percepción de los estudiantes, un 10 % de ellos han mejorado en la categoría de sobresaliente (6 aciertos) y a su vez otro 10 % ha visto el incremento al responder acertadamente 5 de 6 preguntas.

Tabla 4.6: Reconocimiento de pistas musicales incrementadas 12 dB por banda de octava del sonido.

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Las siguientes preguntas tratan sobre la variación de los parámetros de ecualización en pistas musicales cuando se haya incrementado en 12 dB, las 10 bandas de octava del sonido"</i>				
	Número de aciertos	Sobresaliente 6 aciertos	Muy Buena 5-4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 aciertos	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	8	4	11	4	3
	Porcentaje (%)	26,67	13,33	36,67	13,33	10,00
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	11	7	6	3	3
	Porcentaje (%)	36,67	23,33	20,00	10,00	10,00

La gráfica 4.6 muestra los índices comparativos antes y después de utilizar el método de entrenamiento auditivo.

Gráfico 4.6 Resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo con pistas musicales incrementadas en 12 dB



- Preguntas 7 a 12; trataron sobre el reconocimiento del **corte de 12 dB** para las 10 bandas de octava del sonido

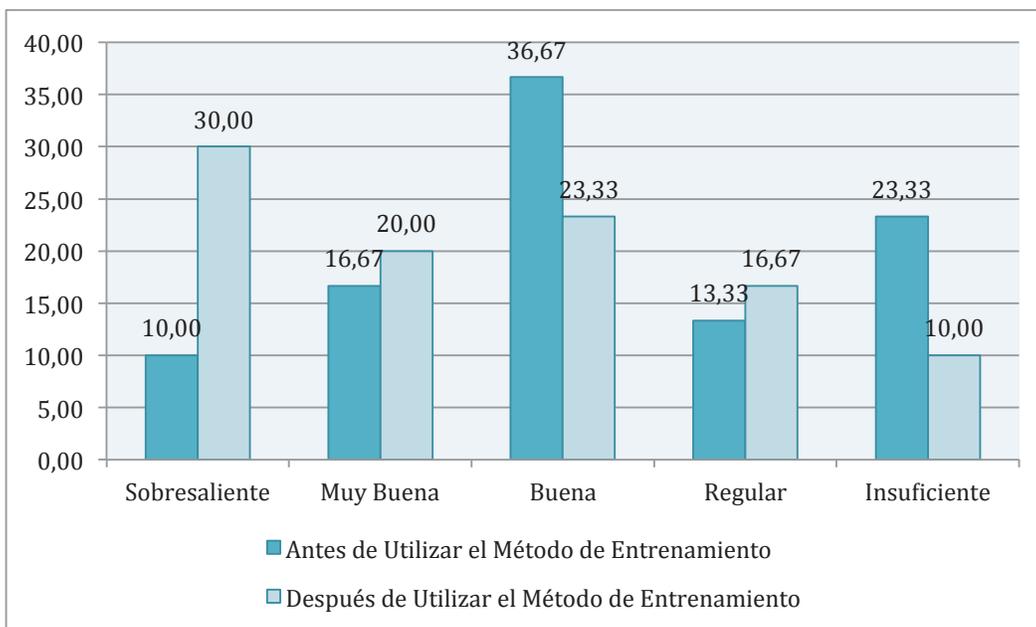
La percepción del sonido cuando se ha aplicado un filtro rechaza banda es muy difícil de percibir, 3 participantes fueron capaces de distinguir correctamente todas las preguntas. Algunos de los participantes utilizaron el método de entrenamiento alrededor de 15 a 30 minutos diarios, durante este tiempo pudieron mejorar su retentiva, y en tan solo un mes el porcentaje de estudiantes con calificación sobresaliente pasó del 10% al 30%. Este cambio también permitió disminuir el número de participantes que no pudieron responder en el primer test ninguna pregunta; allí el número disminuyó del 23.33% al 10%. Los datos se presenta en la siguiente tabla comparativa:

Tabla 4.7: Reconocimiento de pistas musicales cortadas en 12 dB por banda de octava del sonido.

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Las siguientes preguntas tratan sobre la variación de los parámetros de ecualización en pistas musicales cuando se haya incrementado en 12 dB, las 10 bandas de octava del sonido"</i>				
	Número de aciertos	Sobresaliente 6 aciertos	Muy Buena 5-4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	3	5	11	4	7
	Porcentaje (%)	10,00	16,67	36,67	13,33	23,33
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	9	6	7	5	3
	Porcentaje (%)	30,00	20,00	23,33	16,67	10,00

Como se observa, el número de aciertos en la categoría muy buena (de 5 a 4 aciertos) también presentó una mejoría del 3.37%. En el gráfico 4.7 se detallan los cuadros antes y después de utilizar el método de entrenamiento diseñado.

Gráfico 4.7 Resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo con pistas musicales disminuidas en 12 dB

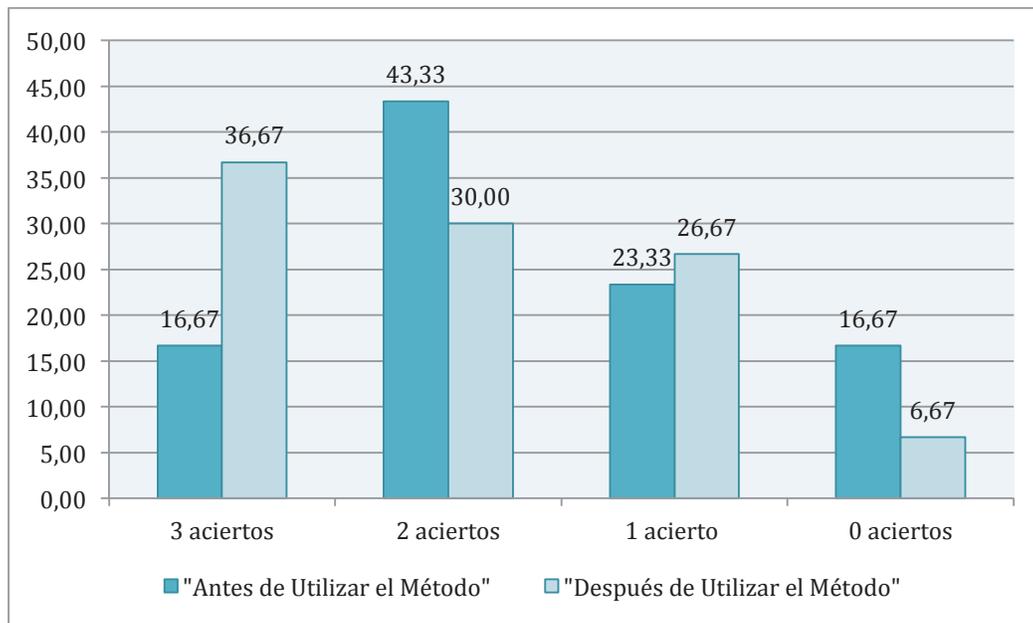


- Reconocimiento auditivo del **factor de calidad** aplicado en una pista musical. Las respuestas posibles era **Q2**, **Q5** y **Q10**, los resultados que los estudiantes mostraron en el test son los siguientes:

Tabla 4.8: Reconocimiento del factor de calidad (Q) aplicado en pistas musicales.

Tipo de Evaluación	Pregunta:	<i>"Escucha atento y responde que factor de calidad (Q) fue aplicado para modificar la curva de frecuencia de la siguiente pista musical"</i>			
	Número de aciertos	3 aciertos	2 aciertos	1 acierto	0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	5	13	7	5
	Porcentaje (%)	16,67	43,33	23,33	16,67
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	11	9	8	2
	Porcentaje (%)	36,67	30,00	26,67	6,67

Gráfico 4. 8 Resultados de la respuesta auditiva de estudiantes, antes y después de realizar el método de entrenamiento auditivo. Reconocimiento del Factor de Calidad (Q)



Test de Evaluación n.3

“Evaluación y reconocimiento de parámetros de Compresión, Reverberación y Delay”

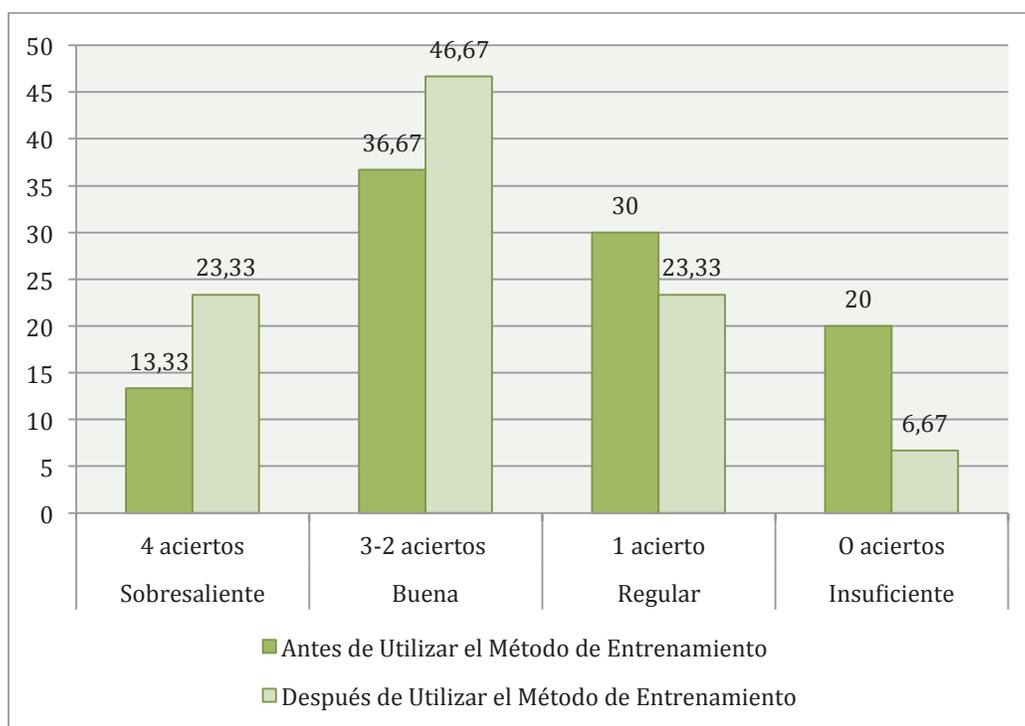
- La primera sección comprendida por cuatro preguntas trató sobre el reconocimiento auditivo de la aplicación de los parámetros de **compresión**, como son el umbral (Threshold); el ataque; el radio; y el relajamiento (release).

Los resultados obtenidos por los estudiantes se detallan en la tabla N. 4.8; Algunos de los estudiantes consultados durante el primer test no habían recibido una materia específica con este tema, sin embargo su desarrollo profesional permitió que lo hagan sin ningún inconveniente. Otros prefirieron no responder esta pregunta debían a que no escuchaban o diferenciaban entre sonidos.

Tabla 4.9: Reconocimiento auditivo de variación de parámetros de comprensión.

Tipo de Evaluación	Pregunta 1- 4 (Compresión):	<i>Durante esta sección se escuchará la voz de una locutora de radio a la que se le han aplicado diferentes parámetros de compresión.</i>			
	PUNTAJE	Sobresaliente 4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	4	11	9	6
	Porcentaje (%)	13,33	36,67	30,00	20,00
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	7	14	7	2
	Porcentaje (%)	23,33	46,67	23,33	6,67

Gráfico 4.9 Gráfico de resultados en el reconocimiento auditivo de la variación de parámetros de comprensión.

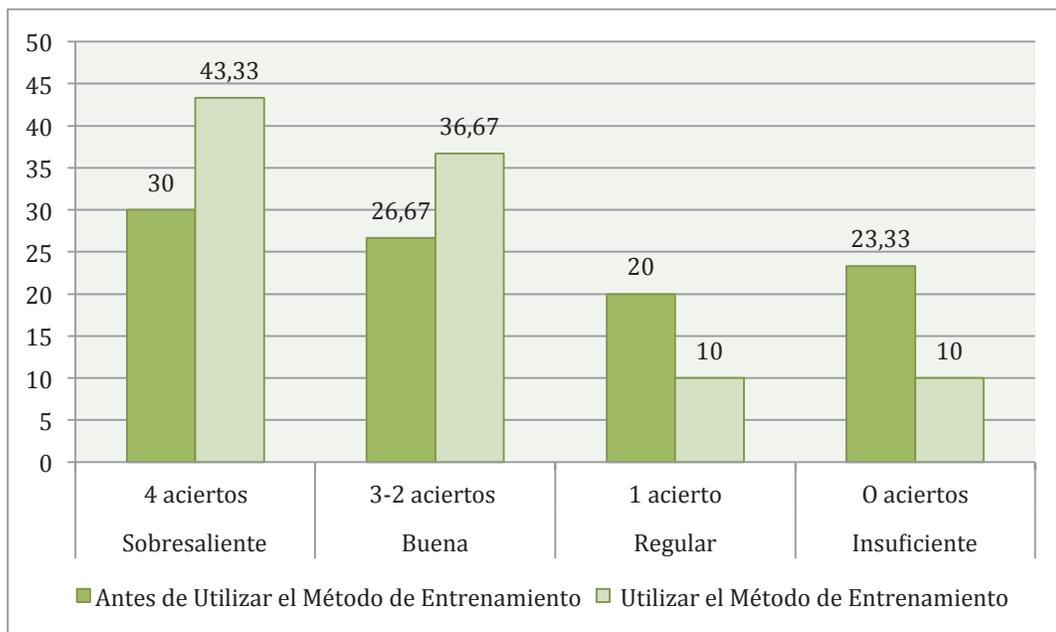


- Reconocimiento auditivo de la aplicación de los parámetros de **reverberación**.

Tabla 4.10: Reconocimiento auditivo de variación de parámetros de Reverberación.

Tipo de Evaluación	Pregunta 5- 8 (Reverberación)	<i>Durante esta sección se escuchará una secuencia de batería a la que se le han aplicado diferentes parámetros de reverberación.</i>			
	Número de aciertos	Sobresaliente 4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	9	8	6	7
	Porcentaje (%)	30,00	26,67	20,00	23,33
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	13	11	3	3
	Porcentaje (%)	43,33	36,67	10,00	10,00

Gráfico 4.10 Resultados en el reconocimiento auditivo de la variación de parámetros de reverberación.

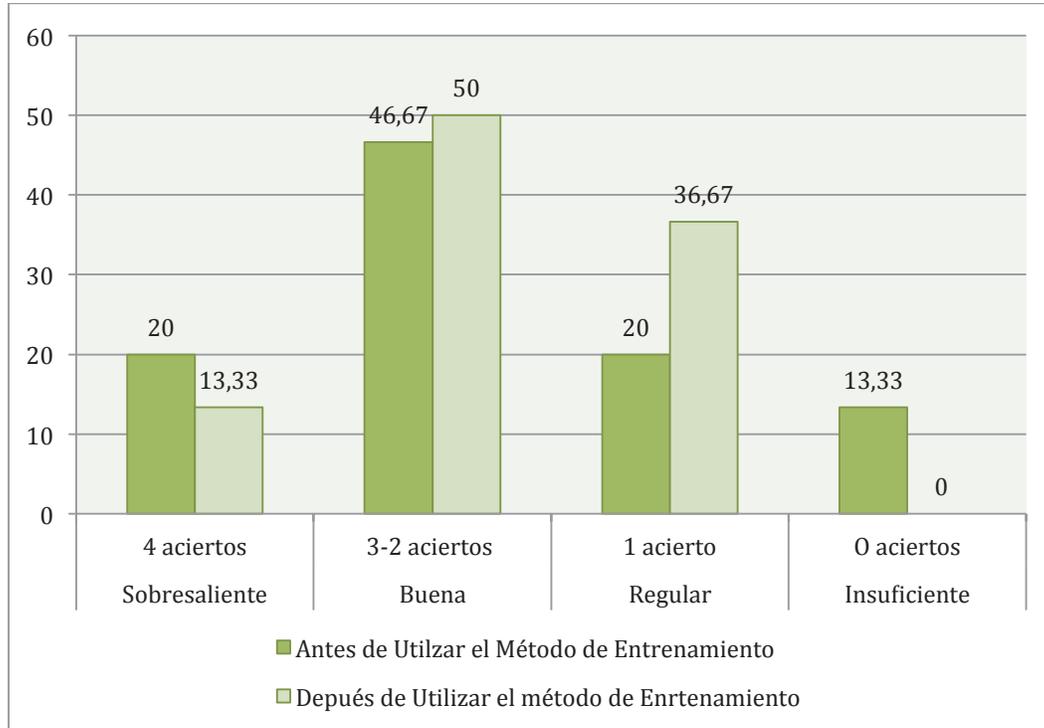


- Las últimas cuatro preguntas trataron sobre el reconocimiento auditivo de la aplicación de parámetros de **Delay**.

Tabla 4.11: Reconocimiento auditivo de variación de parámetros de Delay.

Tipo de Evaluación	Pregunta 9 -12 (Delay):	Identifique los diferentes parámetros de Delay (Duración y Tipo) utilizados en las siguientes pistas musicales.			
	Número de aciertos	Sobresaliente 4 aciertos	Buena 3-2 aciertos	Regular 1 acierto	Insuficiente 0 aciertos
Antes de utilizar el método de entrenamiento	N. de estudiantes	6	14	6	4
	Porcentaje (%)	20,00	46,67	20,00	13,33
Después de utilizar el método de entrenamiento auditivo	N. De Estudiantes	4	15	11	0
	Porcentaje (%)	13,33	50,00	36,67	0,00

Gráfico 4.11 Gráfico de resultados en el reconocimiento auditivo de la variación de parámetros de delay.



4.3 Evaluación de resultados

Los resultados presentados previamente permiten dar cuenta del logro conseguido con la implementación de un método de entrenamiento auditivo interactivo. Los resultados a manera de secciones dan un resumen de las mayores fortalezas y debilidades desarrolladas en el software y puestas en práctica. Una encuesta realizada a los estudiantes a través de internet con la ayuda de la herramienta *Google Docs.*; permitió definir el tiempo que ellos dedicaron a la utilización del método de entrenamiento. La pregunta establecida fue:

“¿Cuanto tiempo diario dedica a entrenar su percepción auditiva?”;

Las opciones de respuesta fueron:

- Casi nada
- 15 a 30 minutos
- 30 minutos a una hora
- Más de una hora

Los resultados arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 4.12: Resultados tiempo diario de entrenamiento

Opciones	N. de Estudiantes	Porcentaje (%)
Casi nada	8	26,67 %
15-30 minutos	17	56,67 %
30 minutos a 1 hora	3	10 %
Más de una hora	2	6,67 %

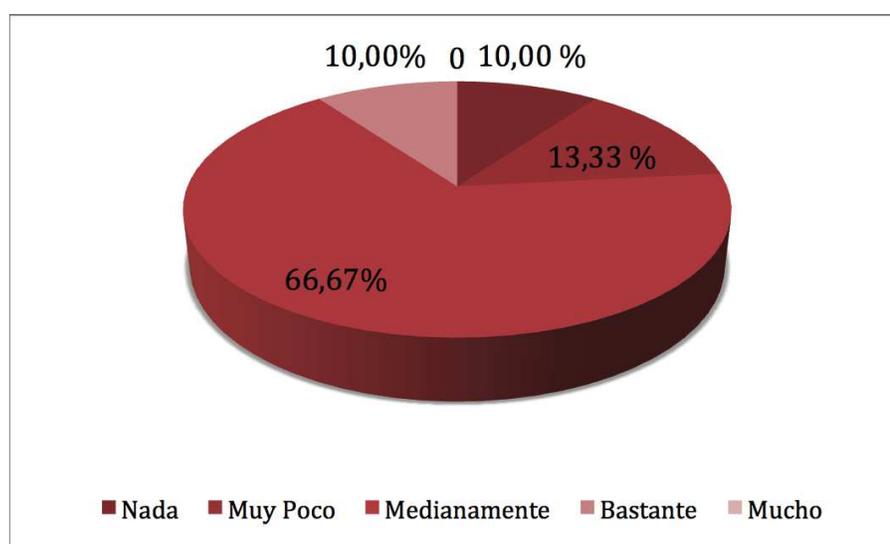
Fuente: Datos obtenidos al realizar la encuesta a 30 estudiantes voluntarios.

La segunda pregunta realizada fue: “¿Con la implementación del método de entrenamiento ¿Aumentó su tiempo de entrenamiento?” Las opciones con un rango del 1 (Nada) y 5 (Mucho); determinaron lo siguiente:

Tabla 4.13: Resultados apreciación del método de entrenamiento

Opciones	N. de Estudiantes	Porcentaje (%)
1 (Nada)	3	10 %
2 (Muy poco)	4	13,33 %
3 (Medianamente)	20	66,67 %
4 (Bastante)	3	10 %
5 (Mucho)	0	0%

Gráfico 4.12: Pregunta 2, Apreciación del método de entrenamiento auditivo



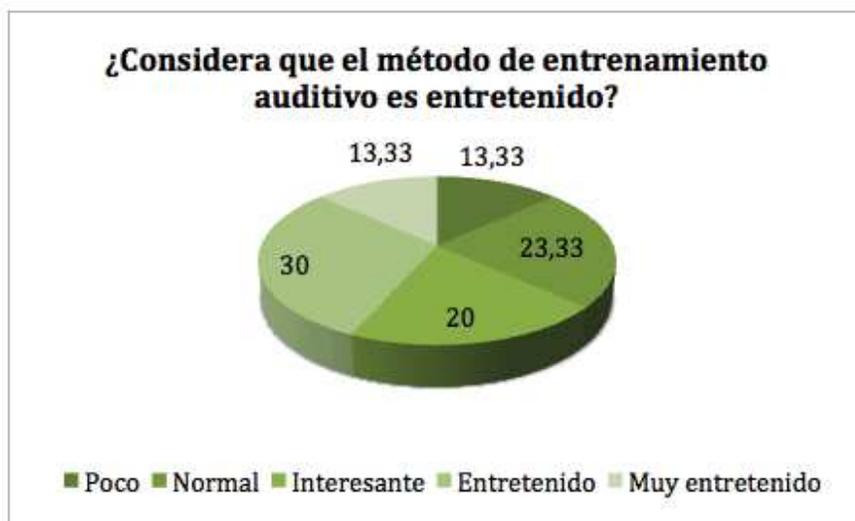
Pregunta 3: ¿Cree que el método fortalece lo visto en clases? Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 4.14: Resultados pregunta tres, fortalecimiento de la materia de entrenamiento auditivo

Opciones	N. de Estudiantes	Porcentaje (%)
1 (Nada)	0	0 %
2 (Muy poco)	0	0 %
3 (Medianamente)	5	16,67 %
4 (Bastante)	8	26,67 %
5 (Mucho)	17	56,67%

Los resultados reflejan claramente que el método interactivo de entrenamiento fue diseñado y mantiene una estructura coherente al trabajo que se realiza en la materia de entrenamiento auditivo, reforzando los contenidos vistos en clases. Para concluir se puede apreciar los resultados que se obtuvieron al preguntar: **¿Considera que el método de entrenamiento auditivo es entretenido?**

Gráfico 4.13: Pregunta 3, Considera que el método es entretenido



Como se observa en la gráfica 4.3.3, el 30% de los estudiantes opinan que los ejercicios planteados son entretenidos, 13,33 % Muy entretenidos. Son 13,33% quienes consideran que los ejercicios planteados son poco atractivos y 23,33% opinan que son normales y no afectan a bien o mal su entusiasmo por utilizar esta nueva herramienta.

Tabla 4.15: Resultados pregunta seis, ¿Considera que el método de entrenamiento auditivo es entretenido?

Opciones	N. de Estudiantes	Porcentaje (%)
1 (Poco)	4	13,33 %
2 (Normal)	7	23,33 %
3 (Interesante)	6	20 %
4 (Entretenido)	9	30 %
5 (Muy entretenido)	4	13,33%

En resumen:

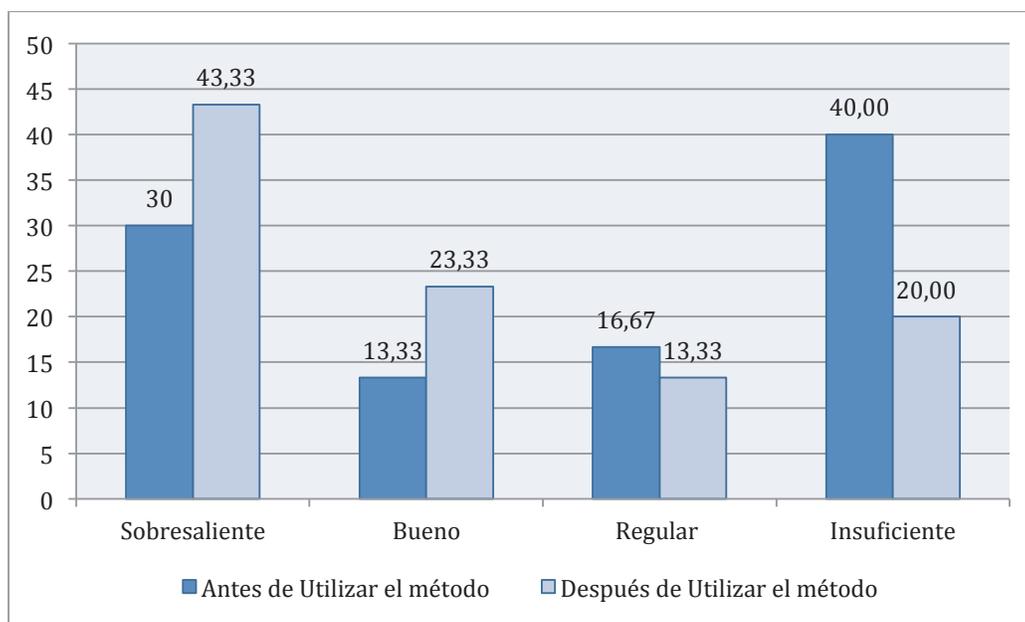
- El primer test de evaluación : *“Reconocimiento de tonos puros, ruido rosa incrementado y disminuido en 12 dB”* constaba de 20 preguntas, a cada una de ellas se les asignó un punto. Los resultados (en términos de porcentaje) se encuentran establecidos dentro **gráfico N. 4.14**

Hubo un incremento en la calificación de sobresaliente obtenida por los participantes durante el test de evaluación:

- 13 estudiantes obtuvieron un puntaje de 19 y 20 puntos durante el test, 43,33%
- Los participantes con calificación insuficiente (menor a 10 puntos) disminuyeron a la mitad; alrededor del 50 %.

Gráfico 4.14 Gráfico de resultados durante el Test de Evaluación N. 1

(Antes y después de utilizar el método de entrenamiento)

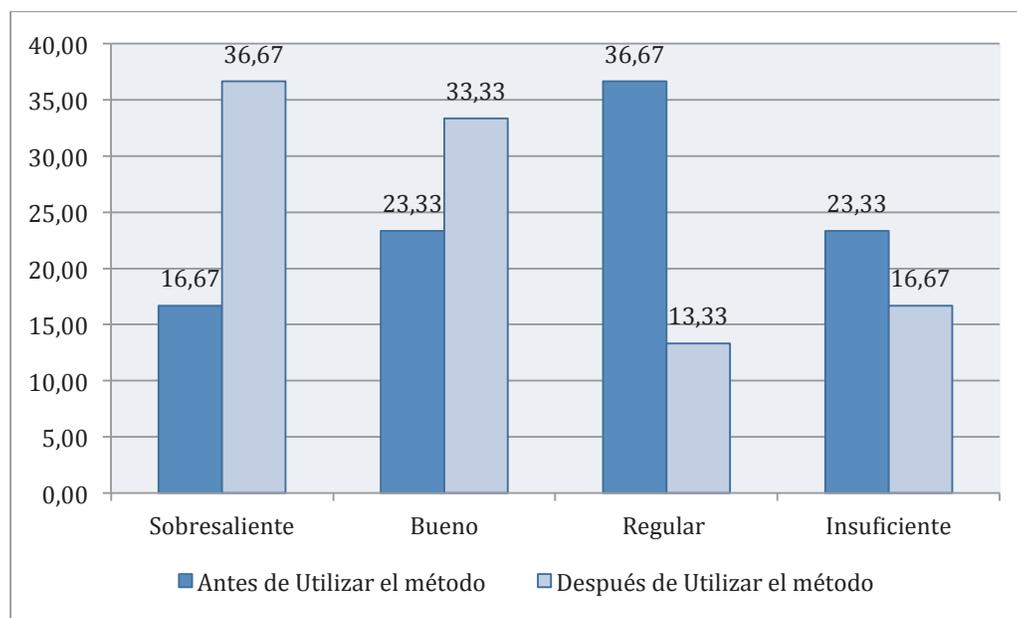


Uno de los comentarios recibidos por las personas a los cuales se realizó la evaluación destaca que... “ el uso constante y sobre todo la repetición generada por el programa al no poder superar cada nivel hizo que los sonidos sean memorizados, fue mucho más fácil realizar este test porque ya conocíamos las respuestas.”

- El segundo test de evaluación : “*Reconocimiento de variación de parámetros de ecualización sobre pistas musicales*” 15 preguntas se realizaron a cada participante; valorada sobre 15 puntos los resultados se presentan en el **gráfico N. 4.15**

Una mejora del 20% en el número de estudiantes con calificación sobresaliente (14 y 15 preguntas contestadas correctamente) demuestra una mejora considerable en su percepción, los dos índices inferiores, participantes con calificaciones regular (8 a 6 respuestas correctas) e insuficiente (menor de 4 puntos) fueron considerablemente reducidos, entre el 20 % y el 7 % respectivamente.

Gráfico 4.15 Gráfico de resultados durante el Test de Evaluación N. 2
(Antes y después de utilizar el método de entrenamiento)

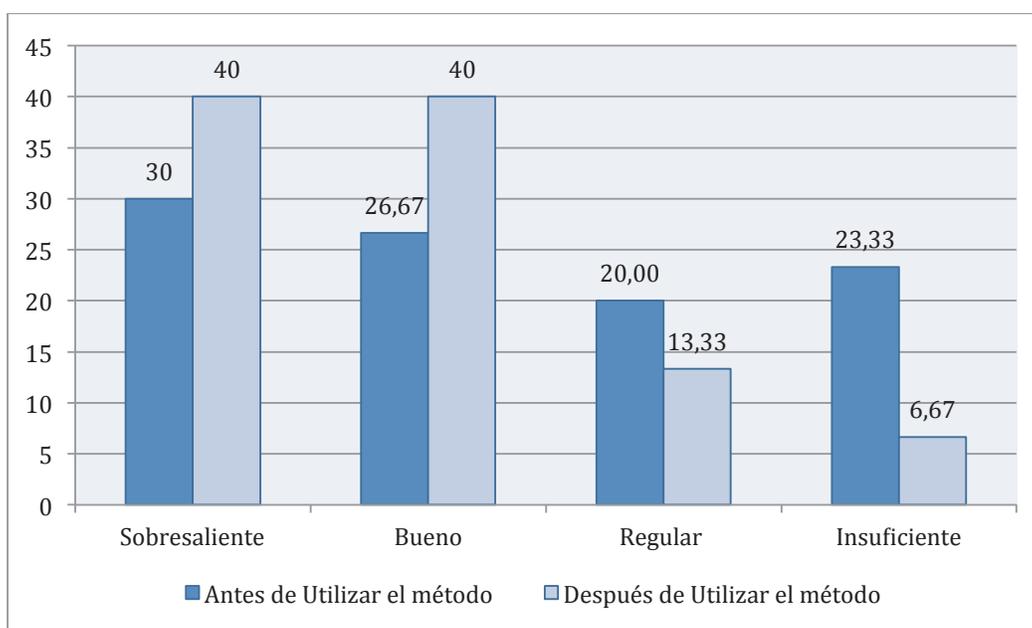


Dentro del método de entrenamiento, se encuentran algunas de las preguntas a las que fueron evaluados los estudiantes, los sonidos ya les resultaron familiares; al escucharlos una y otra vez pudieron responder con mayor facilidad este test.

- El tercer y último test de evaluación : *“Reconocimiento auditivo de parámetros de compresión, reverberación y delay”*. Constaba de 12 preguntas divididas en tres secciones, cada una con 4 preguntas sobre un parámetro específico. Al igual que los test de evaluación anteriores, a cada pregunta se le asignó un punto por pregunta contestada correctamente.

Los datos obtenidos fueron: 10% de los participantes mostraron una mejoría sobresaliente, con calificaciones de 12 y 11 puntos. El 13,33% de ellos vieron igual un resultado mejor en calificaciones entre 6 y 9 puntos.

Gráfico 4.16 Gráfico de resultados durante el Test de Evaluación N. 3
(Antes y después de utilizar el método de entrenamiento)



Se debe considerar que esta evaluación fue la más difícil de realizar, ya que no todos los participantes habían recibido una instrucción específica de estos contenidos, muchos los conocían empíricamente, debido a sus ocupaciones. Al igual que en todos los test se les realizó un reconocimiento previo a manera de calentamiento para que pudieran responder de manera objetiva.

Al finalizar el segundo test de evaluación ellos reconocieron que la sección de "Ayuda" que se establece al iniciar cada nivel en el método de entrenamiento diseñado fue lo que les permitió apreciar de mejor manera estos parámetros, y aunque no terminaron el programa desarrollado sienten que su sentido auditivo ha experimentado una gran mejora.

5)CAMPOS DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ENTRENAMIENTO AUDITIVO

5.1 Requisitos para la correcta aplicación del software de entrenamiento auditivo

El software desarrollado es de fácil aplicación, trabajó bajo la programación action script 3; presenta dos tipos de extensiones:

- .exe: para ser utilizado en computadores con sistemas operativos Windows
- .app: para ser utilizado en computadores con sistemas operativos Macintosh.

Trabaja bajo CD-ROM por lo que necesita una unidad lectora de discos; memoria RAM de 512 Mb o superior y espacio disponible en disco duro de 1 gb.

Debe contar con parlantes de alta fidelidad; sin ningún tipo de ecualización previa. Reproducción de sonidos de 30 Hz hasta 20 KHz. Potencia de salida de 70 watts para bajas frecuencias y 60 watts para altas frecuencias. Para ser utilizado con audífonos, estos deben ser rango completo; 20 Hz hasta 20 KHz, tener un nivel de presión sonora mínimo de 60 dB para frecuencias graves.

5.2 Usuarios

Este juego está diseñado específicamente para personas con conocimientos previos de audio profesional, sin embargo, el uso continuo también capacitará a otras personas quienes por cuenta propia comiencen a entrenar su oído. Las edades de uso varían desde los diecisiete años en adelante.

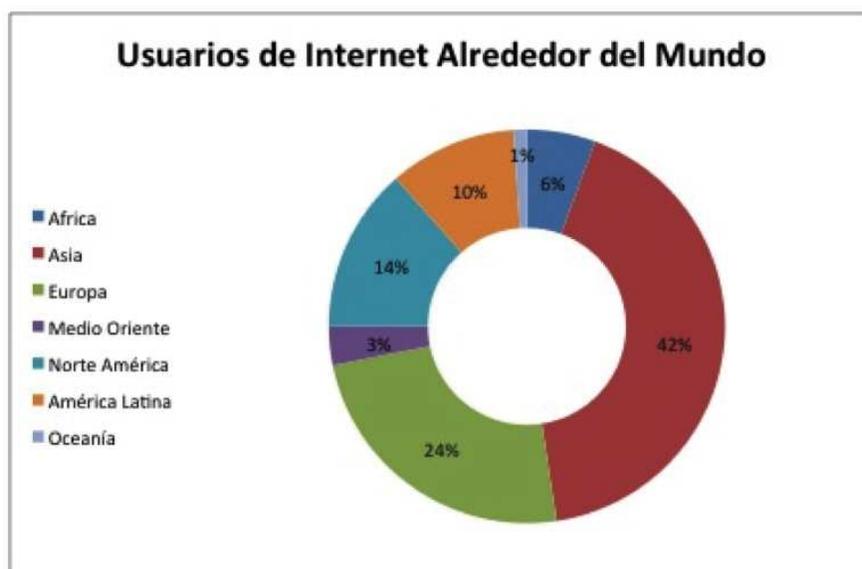
La difusión del programa comenzará en la Universidad de las Américas, por lo que los primeros en conocerlo serán, los profesores de la carrera de Ingeniería en Sonido y Acústica, alumnos de la facultad, alumnos de la tecnología de Grabación y Producción Musical; posiblemente el impacto generado por esto y

con las técnicas de difusión actuales pueda ser utilizado por alumnos de otras universidades; institutos o escuelas de música, producción y grabación musical.

5.3 Técnicas de Difusión.

Actualmente el Internet es el entorno más utilizado para la difusión de conocimientos en el mundo ; nacida a finales de los años cincuenta a través de la agencia gubernamental de investigación, ARPA (Advanced Research Projects Agency) el Internet cuenta actualmente con un promedio de 1.966,514,816 usuarios en todo el mundo, un número que continúa en expansión, según los datos publicados por World Stats el 31 de junio de 2010.

Gráfico 5. 1 Gráfico de usuarios de internet Alrededor del Mundo.



Fuente: Internet World Stats al 31 de junio 2010

Creación: Gráfico realizado a través de los datos obtenidos por Internet Stats. <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

Por medio de la utilización del Blog de ingeniería de la Universidad de las Américas y la propia página de Facebook que posee la universidad serían herramientas claves para que los estudiantes interesados puedan hacer uso de este nuevo método de entrenamiento auditivo. Actualmente el Facebook de la universidad de las Américas dispone de 14708 seguidores consultados a Noviembre de 2011.

CONCLUSIONES

- Las metodologías lúdicas refuerzan la capacidad individual de los individuos involucrados al juego, con los métodos lúdicos los individuos investigan, descubren y se disciplinan, reforzar la enseñanza del entrenamiento auditivo por medio de un método interactivo permite esquematizar el pensamiento, los estudiantes que lo utilizaron, organizaron sus aptitudes de acuerdo a los requerimientos solicitados en cada nivel, adaptándose a cada entorno hasta que se desarrollaron naturalmente en él.
- A través de los resultados presentados en los exámenes de evaluación se permite comprobar la efectividad del método, esto debido a que el software diseñado no permite avanzar de nivel si este no ha sido superado, la repetición constante de patrones auditivos permite que el cerebro los memorice y reconozca permitiendo una respuesta efectiva en el aprendizaje de cada estudiante.
- No todos los participantes tuvieron el mismo avance, aquellos estudiantes dedicados más al trabajo en estudios de grabación obtuvieron mejores puntuaciones. Su rama de entrenamiento fue mucho más continua y su labor lo confirma.
- Haber desarrollado un método de entrenamiento auditivo sencillo permitió que la mayoría de personas pueda utilizarlo, tener infinidad de usos y aplicaciones tanto para el estudiante novato como para el profesional más experimentado es sin duda una de sus mayores fortalezas
- No se necesita muchos recursos técnicos para utilizar este método de entrenamiento, con un computador muy sencillo y unos parlantes que permitan reproducir de 20 Hz hasta 20 KHz es suficiente para comenzar a jugar.

- Cabe destacar que este es el primer método desarrollado, se pueden ejecutar variaciones y modificaciones al formato original para que cada vez se adapte de una mejor manera a las necesidades de los estudiantes y profesional interesados.

RECOMENDACIONES

Cada usuario del método de entrenamiento ha presentado sus observaciones entre las que se destacan:

- La posibilidad de incorporar pistas de sonido diferentes en el método de entrenamiento.
- Que el sistema permita modificar la forma de onda de una determinada señal por cada estudiante.
- Actualización constante de técnicas de grabación y otros tips importantes para los ingenieros de sonido.
- Difusión de resultados en línea, para comparar los mejores participantes o conocer su progreso mediante el almacenamiento de resultados obtenidos en participaciones anteriores.
- Aplicación para sistemas operativos portátiles como IOS; BlackBerry OS, Android, Windows Mobile.

Todas estas observaciones podrán ser incorporadas en otras versiones del programa, cabe destacar que esta es la versión inicial, y ha tenido una fuerte aceptación entre quienes ya la utilizaron.

REFERENCIAS

1. Everest, Alton. (2007). *"Critical Listening for Audio Professionals"*. (p. 100).
2. Ganong, William. (2002) *"Fisiología Médica, El Manual Moderno"*.
3. Bustamante, Jairo (1994). *Neuroanatomía Funcional*. El Oído, La Audición, El Aparato Vestibular. (Cap. 24)
4. Soto, Enrique; "Fisiología de la audición: la cóclea". Director e Investigador del Instituto Tecnológico de la Universidad Autónoma de Puebla, México.
5. Zwicker, Fastil (2007). *Psichoacoustics: Facts and Models*. (Cap. 2)
6. Melnick William. (1998). *Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido* (Cap. 18). Ohio, Estados Unidos. McGraw Hill.
7. Miyara, Federico (2004). *Acústica y Sistemas de Sonido*. (Capítulo 5, pág. 59). Bogotá Colombia.
8. Everest, Alton. (2001). *The Master Handbook of Acoustics*. Sección Introductoria. McGraw Hill.
9. Glen Ballou. Howard W. Sams & Co. (1988). *Handbook for sound Engineers*. Tercera Edición. (Cap. 2.).
10. Glen Ballou. Howard W. Sams & Co. (1988). *Handbook for sound Engineers*. Tercera Edición. (Cap. 2.)
11. Kinsler, Frey, Coppens y Sanders (1995). *Fundamentos de Acústica*. Editorial Limusa S.A, Grupo Noriega Editores. (P.341).
12. Glen Ballou. Howard W. Sams & Co. (1988). *Handbook for sound Engineers*. Tercera Edición. (Cap. 3.)
13. Miguel Escalona Reyes; Instituto Pre-Vocacional de Ciencias Pedagógicas "Rafael Cruz Pérez", Cuba. Los Ordenadores en el Proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias. Fundamentos para su utilización. (Artículo web).

14. Castillo, Gervilla Ángeles. (2006). *Didáctica Básica de la Educación Infantil*. Madrid – España. Universidad de Málaga.
15. Lavry Dan. (2004). *Sampling Theory For Digital Audio*. Lavry Engineering Inc. (Cap. 1).

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

1. **BALLOU**, Glen. (2008) *Handbook for Sound Engineers. Fourth Edition*. Burlington Massachusetts, Estados Unidos. Focal Press.
2. **BUSTAMANTE**, Jairo. (1994). *Neuroanatomía Funcional, Segunda Edición*. Editorial Celsus.
3. **CASTILLO**, Gervilla Ángeles. (2006). *Didáctica Básica de la Educación Infantil*. Madrid – España. Universidad de Málaga.
4. **EVEREST**, Alton (2001). *The Master Handbook of Acoustics*. New York, Estados Unidos. McGraw-Hill.
5. **EVEREST**, Alton. (2007). *Critical Listening Skills for Audio Professionals*. Boston Massachusetts, Estados Unidos. Thomson Course Technology PTR.
6. **KINSLER**, Lawrence. (1995) *Fundamentos de Acústica Tercera Edición*. México DF, México. Editorial LIMUSA S.A de C.V Grupo Noriega Editores.
7. **MIYARA**, Federico. (2003). *Acústica y Sistemas de Sonido Tercera Edición*. Rosario, Argentina: Editora de la Universidad Nacional de Rosario.
8. **MOULTON**, David. (1995). *Golden Ears Training Method*. California, Estados Unidos: KIQ Productions Inc.

ARTÍCULOS DE INTERNET

1. <http://portal.educ.ar/debates/eid/musica/publicaciones/metodologias-en-la-ensenanza-de-la-musica.php>
2. <http://www.fisio.buap.mx/online/-COCLEA%202003%20Formateado%20b.htm#XI19>.

ANEXOS

Evaluación de Reconocimiento Auditivo

Responder llenando el casillero con alguna de las cinco opciones posibles.
Las respuestas se encuentran dentro de las siguientes frecuencias: 31 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz

Pregunta 1

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia graves.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 2

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia graves.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 3

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia graves.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 4

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia graves.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz

500 Hz

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia altas

Responder llenando el casillero con alguna de las cinco opciones posibles.

Las respuestas se encuentran dentro de las siguientes frecuencias: 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz

Pregunta 5

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 6

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 7

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 8

Reconocimiento de las cinco bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz

- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

[Continuar »](#)

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Evaluación de Reconocimiento Auditivo

Sección B

RUIDO ROSA INCREMENTADO EN 12 DB

En esta sección se utilizará ruido rosa incrementado en 12 dB cada una de las 10 bandas de octava del sonido. Escucha atentamente y encuentra la frecuencia que fue modificada. Durante esta sección se trabajó en las 5 bandas de frecuencia graves

Pregunta 9

Ruido rosa incrementado en 12 dB. Bandas graves de frecuencia

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 10

Ruido rosa incrementado en 12 dB. Bandas graves de frecuencia

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 11

Ruido rosa incrementado en 12 dB. Bandas graves de frecuencia

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Modificación dentro de las cinco bandas de frecuencia altas

Responder llenando el casillero con alguna de las cinco opciones posibles.

Las respuestas se encuentran dentro de las siguientes frecuencias: 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz

Pregunta 12

Ruido Rosa incrementado 12 dB. Bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 13

Ruido Rosa incrementado 12 dB. Bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 14

Ruido Rosa incrementado 12 dB. Bandas de frecuencia alta

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

« Atrás

Continuar »

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Evaluación de Reconocimiento Auditivo

Sección C

RUIDO ROSA DISMINUIDO EN 12 DB

En esta sección se utilizará ruido rosa disminuido en 12 dB cada una de las 10 bandas de octava del sonido. Escucha atentamente y encuentra la frecuencia que fue modificada. Durante esta sección se trabajó en las 5 bandas de frecuencia graves

Pregunta 15

Ruido rosa disminuido en 12 dB. Bandas graves de frecuencia

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 16

Ruido rosa disminuido en 12 dB. Bandas graves de frecuencia

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 17

Ruido rosa disminuido en 12 dB. Bandas graves de frecuencia

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Modificación dentro de las cinco bandas de frecuencia altas

Responder llenando el casillero con alguna de las cinco opciones posibles.

Las respuestas se encuentran dentro de las siguientes frecuencias: 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz

Pregunta 18

Ruido rosa disminuido en 12 dB. Bandas altas de frecuencia

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 19

Ruido rosa disminuido en 12 dB. Bandas altas de frecuencia

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 20

Ruido rosa disminuido en 12 dB. Bandas altas de frecuencia

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

« Atrás

Enviar

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Reconocimiento de Variación de Parámetros de Ecuilización

Las siguientes preguntas tratan sobre la variación de los parámetros de ecualización en pistas musicales. La primera parte del test trabajará cuando se haya incrementado en 12 dB, las 5 bandas graves de frecuencia

Escucha atento.

Pregunta 1

Pistas musicales incrementadas en 12 dB en el rango grave de frecuencias.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 2

Pistas musicales incrementadas en 12 dB en el rango grave de frecuencias.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 3

Pistas musicales incrementadas en 12 dB en el rango grave de frecuencias.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Variación de parámetros de ecualización para las 5 bandas altas de frecuencia

Pregunta 4

Pistas musicales incrementadas en 12 dB en el rango alto de frecuencias

- 1000 Hz

- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 5

Pistas musicales incrementadas en 12 dB en el rango alto de frecuencias

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 6

Pistas musicales incrementadas en 12 dB en el rango alto de frecuencias

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

[Continuar »](#)

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Reconocimiento de Variación de Parámetros de Ecuilización

Las siguientes preguntas tratan sobre la variación de los parámetros de ecualización en pistas musicales. La primera parte del test trabajará cuando se haya disminuido en 12 dB, las 5 bandas graves de frecuencia
Escucha atento.

Pregunta 7

Pistas musicales disminuidas en 12 dB en el rango grave de frecuencias.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 8

Pistas musicales disminuidas en 12 dB en el rango grave de frecuencias.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Pregunta 9

Pistas musicales disminuidas en 12 dB en el rango grave de frecuencias.

- 31 Hz
- 63 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz

Variación de parámetros de ecualización para las 5 bandas altas de frecuencia

Pregunta 10

Pistas musicales disminuidas en 12 dB en el rango alto de frecuencias.

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 11

Pistas musicales disminuidas en 12 dB en el rango alto de frecuencias.

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

Pregunta 12

Pistas musicales disminuidas en 12 dB en el rango alto de frecuencias.

- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz
- 8000 Hz
- 16000 Hz

« Atrás

Continuar »

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Reconocimiento de Variación de Parámetros de Ecuilización

Reconocimiento Auditivo de Factor de Calidad (Q)

Escucha atento y responde que factor de calidad fue aplicado para modificar la curva de frecuencia de la siguiente pista musical.

Las respuestas posibles pueden ser: Q2, Q5, Q10

Pregunta 13

Descubre el factor de calidad aplicado en el tema "Echo" de "Joe Satriani". Frecuencia de corte 4000 Hz; ganancia 12 dB.

- Factor de calidad Q2
- Factor de calidad Q5
- Factor de calidad Q10

Pregunta 14

Descubre el factor de calidad aplicado en el tema "Higher Ground" de los "Red Hot Chili Peppers". Frecuencia de corte 1000 Hz; ganancia 12 dB.

- Factor de calidad Q2
- Factor de calidad Q5
- Factor de calidad Q10

Pregunta 15

Descubre el factor de calidad aplicado en el tema "Ice 9" de "Joe Satriani". Frecuencia de corte 125 Hz; ganancia 12 dB.

- Factor de calidad Q2
- Factor de calidad Q5
- Factor de calidad Q10

« Atrás

Enviar

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Reconocimiento de parámetros de Compresión, Reverberación y Delay

Sección 1:

Durante esta secuencia se escuchará la voz de una locutora de radio al que se le han aplicado diferentes parámetros de compresión.

Identifique el umbral (Threshold) de compresión aplicado en la siguiente pista sonora.

- Threshold -6 dB
- Threshold -12 dB
- Threshold -24 dB
- No conozco la respuesta

Identifique el ataque aplicado a la siguiente pista sonora.

- Ataque 10 ms
- Ataque 50 ms
- Ataque 500 ms
- No conozco la respuesta

Identifique el ratio (Ratio) aplicado a la siguiente pista sonora.

- Ratio 1,6:1
- Ratio 3:1
- Ratio 8:1
- No conozco la respuesta

Identifique el relajamiento (Release) aplicado a la siguiente pista sonora.

- Release 0,01 ms
- Release 250 ms
- Release 500 ms
- No conozco la respuesta

Reconocimiento de parámetros de Reverberación

Durante esta secuencia se escuchará un loop de batería al que se le han aplicado diferentes parámetros de reverberación

Identifique la difusión aplicada al loop de batería

- Difusión 30%
- Difusión 60%
- Difusión 90%
- No conozco la respuesta

Identifique el decaimiento aplicado al loop de batería

- 120 ms
- 180 ms
- 240 ms
- No conozco la respuesta

Identifique el pre delay aplicado al loop de batería

- 120 ms
- 180 ms
- 240 ms
- No conozco la respuesta

Identifique el porcentaje de mezcla aplicado al loop de batería.

- 25%
- 50%
- 100%
- No conozco la respuesta

Reconocimiento de parámetros de Delay

Durante esta sección se escucharán diferentes parámetros de Delay (Tipos); tiempo de Delay; y Duración; entre otros.

Identifique el tipo de Delay que fue aplicado en la siguiente pista musical

- Slapback
- Ping Pong Delay
- Multitap Delay
- No existe Delay

Identifique el tipo de Delay que fue aplicado en la siguiente pista musical

- Slapback

- Ping Pong Delay
- Multitap Delay
- No existe Delay

Identifique la duración de delay que fue aplicada en la voz principal del siguiente tema

- 7 ms
- 30 ms
- 90 ms
- 190 ms

Identifique la duración de delay que fue aplicada en la voz principal del siguiente tema

- 900 ms
- 1300 ms
- 1800 ms
- 2300 ms

Enviar

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Formulario de Sugerencias

El siguiente fomulario busca conocer el nivel de satisfacción que ha brindado el método de entrenamiento auditivo. Responda con sinceridad para conocer sus inquietudes y sugerencias.

¿Cuánto tiempo diario le dedica a entrenar su percepción auditiva?

- Casi nada
- 15 - 30 min
- 30 - 1 hora
- Más de una hora?

Con la implementación del método de entrenamiento, ¿Aumentó su tiempo de entrenamiento?

1 2 3 4 5

Casi nada Mucho

¿Cree que el método, fortalece lo visto en clases?

1 2 3 4 5

Casi nada Mucho

¿Las instrucciones y mecánica del método de entrenamiento, son fáciles de usar?

1 2 3 4 5

Casi nada Mucho

¿Considera que el método de entrenamiento auditivo es entretenido?

1 2 3 4 5

Casi nada Mucho

¿Recomendaría este juego a otros profesionales en la Ingeniería de Sonido y Acústica?

1 2 3 4 5

Casi nada Mucho

Qué es lo que más le gustó del Método de Entrenamiento Auditivo?

Qué sería ideal en un Método de Entrenamiento Auditivo?

Enviar

Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)