

2

881325

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MEXICO**  
**PLANTEL LOMAS VERDES**

---

---

CON ESTUDIOS INCORPORADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
NUMERO DE INCORPORACION 8813-25

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
DE RETENCION DE PALABRAS EN  
RELACION AL TONO AUDITIVO**

**T E S I S   Q U E   P A R A   O B T E N E R   E L   T I T U L O   D E  
L I C E N C I A D O   E N   P S I C O L O G Í A  
P R E S E N T A  
P A U L I N A   S A N C H E Z   M O N T A L V O**

**DIRECTOR DE LA TESIS   L I C . M A . A N G E L I N A   A G U I L E R A   G O M E Z  
ASESOR DE LA TESIS   L I C . L E O P O L D O   B E R M Ú D E Z   B U C I O**

NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO, 2001

292058



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dar **gracias** primero a **DIOS** por haberme permitido concluir mi carrera y hacer mi sueño realidad, por darme salud, inteligencia, la familia que tengo y la fortaleza para alcanzar mis metas.

Por darme la oportunidad de haber escogido la carrera de **Psicología**, gracias a esto puedo trabajar en lo que me gusta, le pido me ilumine para no defraudar a mis pacientes que confían en mí y poder siempre honrar y poner en alto esta profesión.

### **A MIS PADRES**

**Gracias** por darme la vida, educación, valores y siempre ejemplo de trabajo, constancia, esmero y tenacidad.

A mi **madre**, aunque físicamente no esté presente, sigue estando en mi corazón y donde quiera que esté me acompaña y ve que cumplí.

**A MI ESPOSO**

**Marco Antonio**

**Gracias** por el apoyo, ayuda,  
comprensión y confianza  
que me brindas.

**A MIS HIJOS**

**Jesús Antonio**  
**Mauricio**  
**Humberto**  
**Marco Antonio**

**Perdón** por el tiempo que dejé de darles y de convivir con ustedes.

**Gracias** por escucharme, por compartir su entusiasmo  
conmigo, por motivarme, por confiar en mí, por  
siempre estar dispuestos a seguirme y por  
**Ser** lo mejor de mi vida.

### **A MIS HERMANOS**

Gerardo, Martha, Josefina, Jesús, Guadalupe,  
Lucía, Rómulo, Manuel, Virginia.

**Gracias** por estar conmigo, por ser mi familia  
y por compartir mis anhelos.

### **A MIS PROFESORES**

**Gracias a** todos mis maestros que a lo largo de la carrera

me transmitieron sus conocimientos y experiencias.

A la Lic. Angelina Aguilera, mi directora de tesis.

Al Lic. Leopoldo Bermúdez, mi asesor de tesis, por

apoyarme para concluir mi carrera, porque sin ellos

no hubiera podido hacer realidad este sueño.

## RESUMEN

Los estudios de la memoria bajo un enfoque cognoscitivo representan un proceso de aprehensión de la realidad que se inicia desde una sensación del medio hasta su almacenamiento y posible recuperación en el largo plazo.

Este enfoque se basa en la concepción de la memoria en forma similar al procesamiento de la información que siguen los sistemas de computo, de esta manera se construyen modelos experimentales que permiten a través de la evocación de estímulos inferir las relaciones de los elementos que conforman la memoria humana.

Al igual que en todos los procesos de información, la entrada de los estímulos al sistema resulta fundamental, sin estos no es posible el proceso, motivo por el que en este trabajo se pretende establecer si el tono de un estímulo sonoro es un factor determinante para enlazar la memoria sensorial con la de corto plazo.

Por otra parte los estudios de la percepción auditiva han permitido establecer una amplia gama de elementos que el ser humano es capaz de percibir, no siempre de manera consciente, sin embargo que intuitivamente le permiten la percepción y adaptación a su medio. En este caso se presentan varias series de tonos, cuya diferencia es superior al umbral humano y por lo tanto perceptibles, para determinar si representan un factor clave en la memoria sensorial.

## ***MARCO TEORICO***

## **CAPITULO I: EL PROCESO DE LA MEMORIA**

### ***1.- ANTECEDENTES***

El estudio de las teorías cognoscitivas tuvo un fuerte impulso en la década de los 50s. Con la incorporación de un lenguaje concerniente al campo del procesamiento de la información, esta aproximación provino del naciente campo de la computación digital, el proponer analogías entre los procesos cognoscitivos y los propios de una computadora en la que no todos coinciden, sin embargo cualquiera que fuera el caso, dio una nueva orientación sobre el estudio del pensamiento.

El analizar el pensamiento en conceptos de un programa de información, permitió desarrollar el uso de un lenguaje apropiado a la aproximación de los procesos cognoscitivos.

A partir de este momento la investigación cognoscitiva comenzó a desarrollarse bajo la premisa de que todo lo que conocemos acerca de la realidad, de alguna manera es mediante no solamente de los órganos sensoriales, sino por un complejo sistema que interpreta y reinterpreta la información sensorial, es decir que el conocimiento es una combinación entre el exterior y en los procesos internos de asimilación e interpretación de la experiencia.

La nueva psicología cognoscitiva ha centrado su interés en un factor esencial de la psicología humana, en el cómo adquieren conocimiento del mundo y cómo se utiliza este conocimiento como guía para la toma de decisiones acerca de la ejecución de tareas en forma efectiva.

Actualmente el concepto cognición se refiere, específicamente dentro del procesamiento humano de la información a todos los procesos mediante los cuales el ingreso sensorial es transformado, reducido, elaborado, almacenado, recobrado y utilizado. (Neisser, 1967).<sup>(1)</sup>

Esta definición de cognición tiene importantes implicaciones: Comienza con el contacto de las personas con su mundo externo, de esta manera el mundo físico es de alguna forma representado internamente por la persona.

Esta representación interna no es un registro pasivo del mundo físico, sino una representación activa que incluye su reducción y elaboración.

En el procesamiento humano de la información se postula que la adquisición, almacenamiento, recuerdo y utilización de la información se realiza en un número de etapas separadas pero interactuantes de un proceso continuo.

**(1) NEISSER, U. Psicología cognoscitiva, Ed. Trillas, México, 1980. Pags. 15 - 98**

La primera etapa comienza con la codificación inicial de los estímulos físicos, la manera en que un estímulo físico es codificado y representado psicológicamente. A partir de aquí se inicia una serie de etapas interconectadas dando origen a la actividad cognitiva.

La sensación, percepción, memoria y pensamiento deben ser considerados como un proceso continuo pero imbricado de manera interactiva por cada uno de sus elementos.<sup>(1)</sup>

Para entender como es que esos procesos funcionan e interactúan se debe de realizar un análisis del procesamiento de la información, más que considerarlos como sistemas o estructuras estáticas.

Se desprenden tres acepciones básicas de los modelos del procesamiento de la información, <sup>(2)</sup> la primera es que la percepción no es inmediata, sino que involucra una serie de etapas cada una de las cuales consume una determinada cantidad de tiempo. Los modelos del procesamiento de información intentan especificar las operaciones que ocurren desde el comienzo del estímulo hasta la respuesta final del individuo, La segunda afirmación establece límites en la capacidad del pensamiento en las distintas etapas. Una tercera afirmación está relacionada a la continuidad de la sensación, percepción, memoria y pensamiento. Los modelos de información asumen que la percepción no puede ser aislada de la

memoria ya que el recuerdo y retención de la información ocurre en todas las etapas del proceso de información.

Los teóricos del procesamiento de la información establecen una analogía entre una computadora digital y la mente, no porque esta última sea una computadora sino que las reglas y principios que gobiernan a la primera puedan ser útiles como explicación de la segunda. Así se puede decir en términos simples que un sistema de procesamiento de información se encuentra compuesto por lo menos de tres elementos, una memoria en donde se almacena la información, una unidad de procesamiento que efectúa una serie de operaciones específicas y los mecanismos de entrada y salida, que son medios a través de los que se obtiene información tanto dentro como fuera del sistema.

## **2.- PROCESAMIENTO DE ESTIMULOS**

En lo que respecta a la ciencia de la computación se ha manejado una máquina que refleja las bases del sistema humano, esa máquina hace muchas de las cosas que al psicólogo cognitivo le interesan, ya que es un sistema similar a la frecuencia de programación de operaciones de una computadora, gracias a esto se ha podido entender mejor como los humanos procesan información y aprenden a usar los programas mentales de razonamiento y comprensión. <sup>(3)</sup>

En los últimos años se ha realizado un gran avance en lo referente a la programación de las computadoras en resolver problemas, esto ha dado lugar a un enfoque sobre el procesamiento de información pese a que ha sido relacionado con la simulación, diferentes teorías han contribuido al desarrollo de estos conceptos.

El método de evaluación de la teoría ha consistido en programar una computadora para solucionar un problema y luego comparar su ejecución con la de los sujetos humanos.. la idea es escribir una teoría en forma de programa para que sirva de guía a una computadora a través de una secuencia de pasos semejante a la conducta de una persona que trabaja en la misma tarea, escribir este tipo de programas no ha resultado sencillo.

**(3) AGUILAR, J. El enfoque cognoscitivo contemporáneo, UNAM., 1990. Pags. 148 - 190**

Muchos psicólogos comparten la opinión de que una vez que un programa logra imitar adecuadamente los aspectos pertinentes de la conducta de un organismo, no solo es un instrumento de utilidad teórica para controlar al individuo y hacer predicciones acertadas sobre su conducta futura, sino que constituye además una explicación plausible y genuina de su conducta inmediata, por lo que frecuentemente se infiere que muchas de las propiedades funcionales de la computadora son parecidas a la de los seres vivos.

El modelo de la memoria humana de Atkinson y Shiffrin (1971), señala tres componentes generales de la memoria; Memoria Sensorial, Memoria a Corto Término y Memoria a Largo Término.

Se considera que la Memoria Sensorial registra, codifica, tiene cierta capacidad y duración. Sus componentes reciben estimulación de la conducta externa, el período de la información es de 2 o 3 segundos.

La Memoria a Corto Término registra la información presentada recientemente y la Memoria a Largo Término es responsable de la información histórica o relativa a bases permanentes.

Newell y Simón <sup>(4)</sup> han desarrollado una teoría de procesamiento de información sobre la solución de problemas fundamentalmente bien estructurados, sus principales componentes son; **(4) RUMELHART, D. Procesamiento humano de la información, Limusa, 1980. Pags. 45-76 / 112-234**

El procesamiento de información humano, consiste de un sistema adaptativo y flexible que puede generar "programas" en función de las demandas particulares de la situación problema. Este sistema ofrece limitaciones y características generales, una memoria de corto plazo de capacidad limitada y con una velocidad de procesamiento también limitada. Una memoria a largo plazo que almacena gran cantidad de información relevante para resolver un problema, y por último un procesamiento de tipo serial.

Una teoría de lo que hace un jugador de ajedrez mientras mueve sus piezas o de lo que hace un solucionador de problemas mientras lo resuelve puede especificar en términos muy exactos como programas de computadora y probarse viendo si funcionan, es decir, si proporcionan terapia, si juega ajedrez o resuelven problemas en la forma en que lo hace una persona.

Los programas "comprender" un lenguaje natural ayudan en el desarrollo de teorías de memoria y psicolingüística, sin embargo los programas que resuelven problemas son más importantes para las teorías del procesamiento humano de la información.

Muchos de los problemas que las computadoras pueden resolver han sido llamados de movimiento, porque comparten tres características básicas; un estado inicial definido, un estado meta definido y un conjunto de movimientos u operaciones permisibles para cambiar de un estado a otro.

El enfoque del procesamiento humano de la información para pensar, supone que un ser humano es entre otras cosas, un procesador de información, sus procesos cognitivos, incluyendo el mental, puede por consiguiente representarse como una secuencia de procesos u operaciones mentales realizadas sobre información existente en la memoria del sujeto o como una secuencia de estados o cambios internos en información que avanza hacia la meta.

La meta del psicólogo del procesamiento de información es definir con precisión los procesos y los estados en que un sujeto determinado esta utilizando para resolver un problema en particular. Algunos psicólogos sugieren que el enfoque no es ninguna teoría en absoluto sino, solo un método de describir el proceso de pensamiento, como tal, ofrece un procedimiento de prueba de las teorías de pensamiento en competencia. La revolución cibernética <sup>(5)</sup> que involucra la idea de realimentación y servomecanismos de la máquina más el rápido desarrollo de computadoras complejas y de programas de computadora, han influido poderosamente sobre el enfoque del procesamiento humanos de la información. Este enfoque se basa en dos metáforas de la computadora:

(5) Ibid., p.74

La analogía Humano - Máquina, en la que el ser humano puede considerarse como una computadora compleja y la analogía Pensamiento - Programa, en la que los procesos de pensamiento utilizados por el ser humano para resolver problemas pueden considerarse como un programa de computadora.

El desarrollo de programas de computadora que muestran inteligencia, resolviendo problemas o participando en una conversación se mencionan generalmente en el campo de la inteligencia artificial. Un subcampo de particular interés para el psicólogo cognitivo es el desarrollo de sistemas de computadora que muestran el mismo comportamiento humano de solución de problemas, es decir un proceder que simule el del hombre.

La lógica de la simulación por computadora es sencilla si un programa produce el mismo comportamiento de un ser humano, entonces un conjunto de operaciones son una exacta representación del pensamiento.

Aún cuando las máquinas tienen componentes completamente diferentes que el cerebro humano, un programa es una forma muy precisa y comprobable de establecer una teoría del pensamiento y por lo tanto llegar más lejos que las generales teorías gestaltistas. Ernst y Newell (1969) <sup>(6)</sup> sugieren cuatro componentes principales en la resolución de problemas mediante simulación por computadora; un estado inicial en la que están representadas

(6) VEGA, Manuel. *Introducción a la psicología cognitiva*. Alianza. México. 1990. Pags. 121 -

las condiciones, un estado meta representada por la situación final, operadores especificando todos los manejos o movimientos permisibles y, estados problema.

Los problemas denominados de espacio o árbol de estado - acción son el conjunto de todos los problemas posibles, resultantes de todas las secuencias y acciones posibles de la aplicación de operadores.

Los algoritmos garantizan la correcta solución del problema, en virtud de que todo lo que necesita es aplicar un conjunto de reglas anteriores a una situación nueva, el conjunto de reglas puede almacenarse como una subrutina, ahorrando recargar la memoria.

Existen tres componentes básicos de interés al describir la solución de problemas;

Memoria a Corto Plazo, a través de la cuál se introduce la descripción externa del problema.

Memoria a Largo Plazo, que almacena la experiencia anterior en resolución de problemas como hechos, algoritmos, heurística, situaciones relacionadas, etc..

Memoria Funcional, en la que las anteriores interactúan y la ruta de solución es generada y sometida a prueba.

### **3.- MEMORIA A CORTO PLAZO**

Los materiales en el almacén a corto plazo se pueden retener durante un periodo mucho más largo que aquellos que permanecen en el almacén sensorial, la información retenida ya no es una imagen completa de los eventos que han tenido lugar a nivel sensorial, sino parece ser una interpretación inmediata a esos eventos. Tal almacenamiento puede preservarse mediante recirculación dentro del mismo, efectuada por la repetición puesto que la información ya está codificada (Loftus y Loftus, 1976). Ahora bien, cuando la información sensorial pasa a la memoria a corto plazo su representación es básicamente auditiva o acústica. Tal almacenamiento parece retenerse sobre la base de factores relativamente simples, relacionados con el sonido o la articulación.

La memoria a corto plazo tiene una capacidad constante y limitada para almacenar información la cual es de siete "Chunks" (porción), término usado por Miller para describir un ítem familiar y subraya que el número de tales porciones determina el número de ítems que puede ser recordado después de una presentación. Las personas son capaces de recordar alrededor de siete ítems, sin importar si estos son palabras, dígitos, frases o letras. De aquí que la forma en que se organice el material en "chunks" determina tanto la capacidad de la memoria inmediata, como la pronta localización de la información.

El paradigma experimental que ha sido bastante útil, propuesto por Stemberg en 1966, en el que cada ensayo consta de una fase de almacenamiento y otra de recuperación, en la base de almacenamiento se leía y mostraba al sujeto una lista de items que variaban de uno a seis, con el objetivo de que quedaran en almacén a corto plazo, la fase de recuperación consistía en un examen de reconocimiento donde el sujeto reportaba si el item había aparecido en la base de almacenamiento.

Por otra parte, se ha observado que la información almacenada en la memoria a corto plazo se olvida sino se trata de recuperar o utilizar rápidamente, ya que el periodo de duración es de aproximadamente quince segundos. Entre algunas de las causas del olvido en este almacén, se encuentra el olvido por interferencia, que depende tanto de aquellos eventos que ocurren inmediatamente después (interferencia proactiva), como de los eventos que ocurren antes de que se almacene la información (interferencia retroactiva), es decir, que la información que el sujeto trata de recordar es interferida por la almacenada antes y después respectivamente.<sup>(7)</sup> Un experimento de los más conocidos sobre la memoria es el de Jenkins y Dallenbach, (citado por Mania, 1967), en donde se demuestra la importancia de las actividades del que aprende después de la exposición inicial del material que tiene que retener, en este estudio dos estudiantes tienen que aprender listas de sílabas sin sentido y se les hicieron pruebas de atención, dos, cuatro y ocho horas más tarde. El experimento fue programado de tal forma que los estudiantes durmieran a veces en el tiempo que mediaba entre el aprendizaje

(7) (Wickens, Born y Alen, 1963)

original de las listas y pruebas subsiguientes de retención, otras veces se les despertaba durante este período y seguían en sus actividades normales, aunque se produjo una cierta cantidad de olvido en ambas condiciones, los sujetos olvidaban menos información en la primera condición que en la segunda.

Otro de los factores que causan olvido es el paso del tiempo, que sostiene que mientras más tiempo permanece un ítem en la memoria, más se debilita hasta que finalmente desaparece (Norman y Linsay, 1977).

Muchas han sido las investigaciones tratando de explicar sus características y funciones desprendiéndose que existen múltiples factores que intervienen, el inicio del proceso de memoria es la atención,. Uno de los primeros psicólogos experimentales que investigo la atención fue William James, quién la definió como "la toma de posesión por la mente, en forma clara y vivida de un solo objeto, entre los en apariencia numerosos objetos o cursos de pensamiento simultáneamente posibles, a su esencia pertenecen la localización y la concentración de la conciencia, implica retirarse respecto de algunas cosas para manejar eficazmente otras" (Norman, 1988).

En este concepto es imposible que el ser humanos pueda atender a toda la serie de estímulos que provienen de su medio ambiente; si esto fuera posible el individuo

se vería envuelto en caos sensorial del que no podría obtener información relevante y poca sería la información posible de evocar de estos estímulos.

A objetos o ideas a las que podemos prestar atención difícilmente pueden llegar a ser más de uno a la vez, a menos de que se trate de procesos muy habituales llegando a ser dos o incluso tres objetos. Norman, 1988)

La percepción de aquellos hechos a los cuales no prestamos atención, tienden a desvanecerse y desaparecer por un momento de la conciencia pero reaparecen al momento siguiente. No es posible atender a dos cosas en forma simultánea aunque se presenten al mismo tiempo, estos llevan un orden de aparición en la conciencia de acuerdo a un proceso de dirigir la atención.

## ***CAPITULO II PERCEPCION ACUSTICA:***

### ***1.- ANTECEDENTES***

Los poderes del sonido se conservan en la leyenda y la literatura. Los griegos nos hablaron del fantástico e inusitado canto de Orfeo que detenía los mares, encantaba árboles, calmaba animales, y que, en el Hades, convenció a los dioses infernales de que liberaran a la bella Euricide. La Biblia cuenta que los sacerdotes de Israel derribaron los muros de Jericó con toques de trompeta y que la música de David calmaba al perturbado Saúl. La leyenda de Hammelin, en Sajonia, se basa en la magia del sonido; el flautista encantado hizo que se arrojaran al río Weser primero las ratas y después los niños del pueblo. En el siglo XVI, se creía que la música curaba el baile de San Vito, una enfermedad conductual causada, según se creía, por los mordiscos de tarántulas; músicos profesionales provocaban en los afectados “crisis” convulsivas, y a su música frenética se le dio el nombre de tarantela. En el siglo XX, la influencia del sonido musical es el tema de *The Music Man*, de Meredith Wilson, con sus “setenta y seis trombones” animados, llevada al teatro en la obra *The Sound of Music*, de Richard Rodgers.

El sonido es la energía del movimiento vibratorio y el estímulo adecuado para oír; el sonido se transmite a los oídos, generalmente, por el aire o el agua, y a veces a través de los huesos de la cabeza.

Los sonidos se clasifican en tonos y ruidos, los tonos son vibraciones periódicas regulares que, al ser oídas, pueden descomponerse en sus componentes. Los ruidos son vibraciones irregulares, al azar, que, al ser oídas, no pueden descomponerse en sus componentes. La experiencia modifica a veces las sensaciones de los tonos y los ruidos; los orientales oyen la música oriental como tonos, pero los occidentales la oyen como ruidos.

## ***2.- TRANSMISION DEL SONIDO***

El sonido se origina siempre en una fuente vibrante; las explosiones, los truenos y las puertas chirriantes son ejemplos de fuentes de ruido comunes; y las cuerdas del violín, las membranas de los timbales, los címbalos, las barras del xilófono y las voces humanas son ejemplos de fuentes tonales comunes.

El sonido debe ser transmitido desde la fuente hasta los oídos, a través de un medio acústico; si el medio falta, no hay sonido y no se produce ninguna sensación auditiva, este principio fue establecido en 1660 por Robert Boyle, el cual, usando un aparato y la bomba de vacío de Otto Von Guericke, recientemente

inventada entonces, puso un timbre de acción retardada dentro de la jarra, de la cual extrajo casi todo el aire. Dice Boyle que: “El experimento se repitió suspendiendo dentro del recipiente un reloj con un buen despertador, arreglado de tal manera que pudiera darnos tiempo de sellar el recipiente (la tapa) muy cuidadosamente antes de empezar a sonar, y de ponernos en postura atenta y silenciosa... No colgamos el reloj de su cadena, sino de un hilo muy delgado, cuyo extremo superior estaba atado al botón de vidrio... esperamos silenciosamente a que el despertador comenzara a sonar... y nos sentimos satisfechos cuando no oímos el reloj. Entonces, ordenamos que se dejara entrar algo de aire, y poniendo atención, empezamos a oír el despertador.”<sup>(9)</sup> Al sonido le toma tiempo viajar a través de un medio acústico, y la velocidad del sonido depende de la naturaleza del medio y de la temperatura. Las mediciones modernas, que utilizan circuitos electrónicos, nos dan estos valores, en metros por segundo, a 15 C: 336 en el aire (339 en el aire a la temperatura ambiente), 1410 en el agua, 3600 en el acero. La velocidad aumenta a temperaturas más altas. Los antiguos se dieron cuenta de la velocidad del sonido al notar que el relámpago se ve antes de que se oiga el trueno. Marin Mersenne, fraile franciscano y amigo de Descartes, <sup>(10)</sup> escribió en 1636: “La luz se difunde a través de una esfera de actividad en un momento; si se le toma tiempo, es un tiempo corto que casi es imperceptible. Pero el sonido tarda tiempo en viajar, el cual aumenta entre el lugar de su producción y el del que escucha.

(9) (10) (11) COHEN. Jozef. *Sensación y percepción auditiva y de los sentidos menores*, Trillas, México. 1993. Pags. 9 - 21

Esto se ha verificado muchas veces. El hacha del leñador habrá dado un segundo golpe antes de que el sonido del primero se oiga a una distancia de 600 pasos.” Mersenne creó su propia técnica de medición ingeniosa. Encontró que decía *Benedicum Dominum* en un segundo. Cuando se situaba a 156 metros de un muro y gritaba dos veces las palabras, su segundo *Benedicum Dominum* coincidía con el regreso del primero, y Mersenne sacó en conclusión que la velocidad del sonido era de 311 metros por segundo.

Después de Mersenne, los científicos han procurado obtener la medida exacta de la velocidad del sonido, en todos los medios. Han emplazado más y más cañones en lo alto de muchas colinas (un experimento utilizó más de 400 cañones) para registrar el tiempo entre la visión de los fogonazos y la audición de los sonidos llevados por el aire. Han navegado en barcos por los océanos del mundo, y han hecho sonar campanas sumergidas al arrojar fósforos en cuñetes de pólvora colocados en la cubierta de los barcos, para registrar el tiempo entre la visión de los fogonazos y la audición de los sonidos submarinos.

La necesidad de un medio acústico sugiere que el sonido no es una corriente continua de átomos o “balas”, sino la propagación de ondas generadas por una fuente vibrantes. el sonido se propaga en ondas de aire comprimido y enrarecido, y aunque las ondas se mueven desde la fuente vibrante hacia fuera, cada partícula individual de aire se mueve de un lado a otro sobre distancias muy pequeñas.

La onda sinusoidal <sup>(12)</sup> de un tono puro se caracteriza por su longitud de onda y su amplitud, la longitud de onda es la distancia desde el punto correspondiente en la onda siguiente, las longitudes de onda del sonido varían entre 16.8 m aproximadamente para el sonido más bajo en el aire, y 0.018 m aproximadamente para el más alto. Cuando la onda sonora es larga, en relación a un objeto situado en su trayectoria, la onda envuelve al objeto. Por tanto, los tonos bajos no son direccionales y “dan vuelta a las esquinas”, mientras que los tonos altos son direccionales al máximo; los sonidos de un woofer bajo de alta fidelidad irradian hacia el cuarto vecino, mientras que los sonidos de un tweeter sobreagudo de alta fidelidad irradian “en línea recta” solamente dentro del mismo cuarto

La amplitud es la dispersión máxima de la cresta o del valle desde su posición de equilibrio; a medida que la onda sonora va irradiando a partir de su fuente, su amplitud se reduce lentamente. La amplitud representa la energía de la onda sonora.

Las longitudes de onda de los sonidos se describen comúnmente en términos de frecuencia, expresadas en ciclos por segundo y llamadas Hertz (Hz); es el número de ondas que pasan por un punto dado en un segundo.

(12) FERGUSON, P. *Percepción*. Trillas. México. 1995. Pags. 75 - 95

La frecuencia multiplicada por la longitud de onda, es igual a la velocidad del sonido, los sonidos que varían entre los 20Hz y los 20 000 Hz quedan comprendidos dentro de la esfera de audibilidad humana. El tono puro llamado (C medio) tiene una frecuencia de 262 Hz, el tono puro de un octavo sobre C medio tiene 524 Hz y el tono puro de cinco octavos sobre C medio tiene 8 384 Hz. En las bocinas de alta fidelidad los tonos por debajo de 1 000 Hz son producidos por woofers grandes, y los tonos superiores a 1 000 Hz son producidos por tweeters pequeños.

La frecuencia del sonido, y no la longitud de onda, está más o menos relacionada con la altura; por ejemplo, un tono de 1 000 Hz tiene longitud de onda de aproximadamente 30 cm en el aire y de alrededor de 1.20 m en el agua, pero los dos se oyen como tonos con la misma altura.

La mayor parte de los tonos son complejos y no pueden describirse por medio de una sola curva sinusoidal simple; la figura 2-2c ilustra varias formas de ondas complejas. Cada forma de onda compleja, independientemente de su complicación, puede reducirse siempre a la suma de varias curvas sinusoidales simples denominadas armónicas o parciales; este fue el descubrimiento que realizó el barón Jean Baptiste Joseph Fourier, hombre de estado, matemático y físico francés, en 1822, en el transcurso de sus investigaciones no del sonido sino

del calor. La reducción de una onda compleja a sus componentes se denomina Análisis de Fourier, y generalmente se lleva al cabo por medio de analizadores armónicos mecánicos o electrónicos.

El aparato auditivo del hombre casi siempre descompone un tono complejo y produce sensaciones simultáneas que corresponden al fundamental y los armónicos. El tono fundamental está asociado con la altura básica del tono complejo, y los armónicos están asociados con su timbre. Los armónicos (el timbre) distinguen por ejemplo, una nota tocada en flauta de una nota con la misma altura y sonoridad, tocada en carillón. <sup>(13)</sup>

Las energías (ergs) de las fuentes sonoras, representadas por la longitud de onda y relacionadas a groso modo con la sonoridad son mínimas.

Por tanto, los niveles de intensidad del sonido se miden en razones potenciales. El decibel (dB, un décimo de un bel, según Alexander Graham Bell) es la unidad de razón que designa al sonido apenas audible (el valor de umbral). Así, si un alfiler que cae es apenas audible, un sonido de 10 dB es 10 veces más poderoso, de 20 dB es 100 veces más poderoso, de 30 dB es 1 000 veces más poderoso, y de 60 dB es 1 000 000 de veces más poderoso.

(13) Ibid.

Ondas sonoras de intensidad suficiente pueden poner a los objetos en vibración forzada; la cantidad de vibración inducida depende de la frecuencia de la fuente sonora y de la frecuencia natural del objeto, o sea la frecuencia con la cual el objeto vibraría si se pusiera en movimiento. Cuando las frecuencias son marcadamente diferentes, se produce poca vibración forzada. Cuando las frecuencias son casi idénticas, hay una notable vibración simpática y el objeto exhibe resonancia. La vibración simpática ocurre en diversas circunstancias: cuando dos diapasones adyacentes vibran a la misma frecuencia, cuando se toca un tono a través de un altavoz de alta fidelidad, algunos de los objetos circundantes vibrarán.

La resonancia de un objeto depende de su selectividad. Un objeto húmedo no es selectivo, reacciona a pocas frecuencias y continúa vibrando durante un periodo relativamente corto después de que la fuente sonora se extingue. Un objeto seco es selectivo, reacciona a muchas frecuencias y continúa vibrando durante periodos relativamente largos después de extinguida la fuente.

Cuando las ondas sonoras dejan un medio acústico y pasan a otro, pueden ser reflejadas, refractadas o absorbidas; fenómeno similar al de las ondas luminosas, el sonido, en paredes rígidas y lisas, se refleja mejor que la luz en los espejos, este es, por supuesto, el principio del eco, el eco se produce porque los rayos perpendiculares al frente de ondas sonoras irradiantes, similares a los rayos luminosos, se reflejan de tal modo que el ángulo de incidencia es igual al ángulo

de reflexión; esto explica el uso de paraboloides para reflejar el sonido. El sonido se absorbe diferencialmente de acuerdo con el material que lo absorbe.

Las ondas sonoras pueden reforzarse o estorbarse unas a otras, o ambas cosas a la vez, fenómeno similar al de las ondas luminosas. El reforzamiento y el estorbamiento de los sonidos se produce frecuentemente en los auditorios, donde las reflexiones refuerzan y cancelan la fuente original. Las ondas constantes que resultan producen zonas donde el sonido retumba y otras zonas donde el sonido susurra. A los ingenieros no les resulta fácil diseñar salas con magnífica acústica. Cuando se pensó, en construir el Philharmonic Hall de Nueva York, se quiso que fuese “el mejor instrumento musical de América”. Cuando el Hall abrió sus puertas, los críticos lo calificaron de fiasco acústico. Años después, el Hall fue completamente reestructurado, pero es aún inferior al Grosser Musikvereinssaal de Viena, al Concertgebouw de Amsterdam o al Symphony Hall de Boston, todos construidos antes de que se constituyese la ciencia de la acústica.

### ***3.- ESPECIFICACIÓN DE LOS ESTÍMULOS SONOROS***

Los estímulos sonoros, en los estudios psicoacústicos de laboratorio, se controlan cuidadosamente para hacer una correlación precisa con las sensaciones auditivas que los acompañan. Los tonos simples y complejos se usan comúnmente y cada

uno es especificado por la forma de su onda, cada estímulo es también especificado por su espectro sonora que designa la magnitud de la energía en cada frecuencia. El espectro sonoro de los tonos está compuesto por líneas; además, el ruido blanco se usa comúnmente; este estímulo está compuesto por varias frecuencias al azar, en orden

La psicoacústica <sup>(14)</sup> describe las sensaciones psicológicas de la audición y sus correlatos físicos; la psicoacústica es la psicofísica de la audición. Muchos experimentos psicoacústicos se llevan a efecto en una cámara anecoica con paredes de gruesa mampostería cubierta en la parte interior con cuñas de fibra de vidrio para absorber el sonido reflejado. El sujeto oye estímulos sonoros generados electrónicamente, que no están contaminados y carece casi de eco.

#### ***4.- ATRIBUTOS TONALES***

La altura (la característica “alta o baja” de las sensaciones auditivas) y la sonoridad (la característica “fuerte o suave” de las sensaciones auditivas) son dos dimensiones psicológicas de los tonos simples. La altura depende, en primer lugar de la frecuencia del estímulo (medida en Hz) pero también de la intensidad del estímulo (medida en dB), ,

(14) ARDILA, Ruben, *Psicología fisiológica*. Trillas. México. 1987.

y la sonoridad depende, en primer lugar de la intensidad del estímulo (medida en dB) pero también de la frecuencia de estímulo (medida en Hz):

S.S. Stevens y J. Volkman obtuvieron una relación experimental entre la altura subjetiva y la frecuencia objetiva del estímulo. La altura se midió con una unidad arbitraria denominada mel (del latín melodía, que es una canción coral) y se asignaron arbitrariamente 1 000 mels a la altura (el estándar) provocada por un estímulo sonoro de 1 000 Hz a 60 dB.

Los observadores juzgaron después la altura de muchos estímulos tonales (de frecuencias diferentes, con intensidades iguales al estándar) en relación con el estándar. Se asignó un valor de 2 000 mels a un tono considerado dos veces más alto (Stevens y Volkman aseguran que tales juicios se hacen con facilidad), se asignaron 500 mels a un tono considerado como mitad del estándar y se hicieron atribuciones similares a otras sensaciones de altura provocadas por estímulos a todo lo largo del espectro auditivo. Ahora bien, si la altura y la frecuencia estuvieran relacionadas linealmente, los mels de la sensación serían iguales a la frecuencia del estímulo en cada caso. S.S. Stevens obtuvo una relación experimental entre la altura subjetiva y la intensidad objetiva del estímulo. Su único observador entrenado escuchó dos tonos de frecuencias diferentes (pero de intensidades iguales), primero uno y luego el otro, que provocaron por supuesto sensaciones de altura diferentes. Entonces, el observador cambió gradualmente la intensidad de un tono (mientras las frecuencias de ambos tonos se mantenían

inmutables) hasta que los dos tonos provocaron sensaciones de altura equivalentes. Aquí se moduló la altura, al variar la intensidad del estímulo, no su frecuencia. Stevens llegó a las conclusiones siguientes: en los estímulos tonales inferiores a 1 000 Hz, la altura disminuye (se vuelve subjetivamente más baja) al aumentar su intensidad, y en los estímulos tonales superiores a 3 000 Hz, la altura aumenta (se vuelve subjetivamente más alta) al aumentar su intensidad. En los estímulos tonales entre 1 000 Hz y 3 000 Hz la altura es casi independiente de la intensidad del estímulo.

S.S. Stevens obtuvo una relación experimental entre la sonoridad subjetiva y la intensidad objetiva del estímulo. La sonoridad se midió con una unidad arbitraria denominada sono (del latín *sonorus*, que significa sonido) y se asignó arbitrariamente un sono a la sonoridad (el estándar) provocada por un estímulo sonoro de 40 dB a 1 000 Hz. Los observadores juzgaron entonces la sonoridad de muchos estímulos tonales (de intensidades diferentes, con frecuencias iguales al estándar) en relación con el estándar. Se asignó un valor de dos sonos a un tono considerado dos veces más fuerte (Stevens asegura de nuevo que tales juicios se hicieron con facilidad), se asignaron 0.5 sonos a un tono considerado como mitad del estándar y se hicieron atribuciones similares a otras sensaciones de sonoridad provocadas por estímulos a lo largo de la gama auditiva. Ahora bien, si la sonoridad y la intensidad estuviesen relacionadas linealmente, los sonos de la sensación serían iguales a la intensidad del estímulo en cada caso. De hecho, no hay tal.

## **5.- AGUDEZA AUDITIVA**

La agudeza auditiva se mide por medio de la intensidad sonora mínima (umbral) que provoca una sensación auditiva; la agudeza auditiva es la sensibilidad del oír, diferente para estímulos sonoros de frecuencias diferentes.

Hay dos tipos principales de defectos auditivos: a) la sordera de conducción y b) la sordera del nervio

a) la sordera de conducción es producto de un padecimiento en el oído medio que impide la conducción del sonido al oído interno. Los huesecillos quedan inmobilizados, generalmente por la otosclerosis, crecimiento tumeroso que hace que la base del estribo se adhiera rigidamente a la ventana oval. En los que padecen sordera de conducción, el límite inferior de la curva auditiva tiene la misma forma que la curva normal, la pérdida auditiva (el aumento del umbral) es constante para todas las frecuencias. Un auxiliar auditivo que amplifique el sonido y se transmita al oído interno por conducción aérea u ósea, compensa casi siempre la pérdida auditiva. La sordera de conducción se cura muchas veces con cirugía, ya sea por la movilización del estribo, extirpando el tumor inmobilizador, o por penetración, extrayendo los

huesecillos y taladrando una nueva ventana en la pared coclear para que el sonido la estimule directamente.

- b) La sordera del nervio es causada por padecimientos nerviosos dentro de la cóclea producidos por infecciones. Para los que padecen de sordera del nervio, el límite inferior de la curva auditiva tiene una forma diferente de la curva normal. La sordera del nervio es acompañada por el reclutamiento (sonidos intensos que provocan sensaciones fuertes y sonidos menos intensos que no provocan sensaciones) y el tintineo ( el "zumbido de oídos" o sensaciones auditivas en ausencia de estímulos sonoros). No hay remedio conocido para la sordera del nervio, y se le descubre fácilmente; los que sufren de sordera de conducción oyen sonidos por conducción ósea (a través del cráneo), mientras que los que sufren de sordera del nervio no oyen nada.

El audiómetro mide la pérdida de la audición (el aumento del umbral) de frecuencias escogidas para producir el audiograma que diagnostica la cantidad y el tipo de la sordera. Los audiogramas tienden a ser similares en los dos oídos y en los miembros de la misma familia. Conforme el individuo envejece, se va volviendo gradualmente menos sensible a los estímulos sonoros de frecuencias altas y bajas. Con frecuencia los niños oyen tonos del 20 Hz; el límite inferior se eleva inexorablemente en los adultos, que generalmente no pueden oír sonidos inferiores a 60 Hz. Algunos niños pueden oír sonidos de 40 000 Hz, los adolescentes pueden oír sonidos de 20 000 Hz y los adultos de 40 años pueden

oír, generalmente, sólo sonidos de 12 000 Hz; posteriormente, el límite superior de la frecuencia declina tan constante y funestamente como el movimiento planetario, a razón de alrededor de 160 Hz por año. Los fabricantes de los aparatos de alta fidelidad, quienes pretenden algunas veces ofrecer respuesta a las frecuencias de 10 Hz a 100 000 Hz (posiblemente para entretener a los animales).

Algunos animales oyen sonidos de frecuencias extremadamente altas. Este fue el descubrimiento sorprendente de sir Francis Galton en el siglo XIX, cuyo silbato de Galton (que ahora puede comprarse en casi todas las tiendas de animales favoritos) generaba sonidos superiores a los 20 000 Hz. Escribió lo siguiente: “He llevado a efecto experimentos con todo tipo de animales para establecer su capacidad para oír notas agudas.

Entre todas las criaturas, no he encontrado ninguna superior a los gatos. Los perros oyen también notas agudísimas, y una vez espanté a un pony que se encontraba a la mitad de un gran campo con uno de estos silbatos.”

Las investigaciones modernas revelan que los chimpancés oyen hasta 26 000 Hz, los perros hasta 35 000 Hz, las ratas blancas hasta 40 000 Hz, los grillos hasta 45 000 Hz, los gatos hasta 50 000 Hz, las marsopas hasta 80 000 Hz, los ratones hasta 95 000 Hz, y los murciélagos hasta 98 000 Hz.

Los sonidos de 25 000 Hz y los que se encuentran por encima de estos (como el tintineo de llaves) provocan en las ratas ataques audiogénicos que no se comprenden bien, caracterizados por extrañas convulsiones y una espasticidad prolongada; los investigadores, incapaces de oír los estímulos sonoros altos, consideraron alguna vez que los ataques eran una forma de conducta neurótica.

#### ***6.- ENMASCARAMIENTO AUDITIVO***

Cuando se presentan simultáneamente dos estímulos sonoros, la sensación de uno de los estímulos (el tono enmascarado) puede ser suprimida por la sensación del otro (el tono enmascarador); la sensación del tono enmascarado permanece embotada a menos que se aumente su intensidad física.

El enmascaramiento es mayor cuando la frecuencia del tono enmascarado se acerca (pero no es idéntica) a la frecuencia del tono enmascarador. Este efecto es más pronunciado cuando el tono enmascarador se encuentra en un nivel bajo.

El enmascaramiento es un poco menor cuando la frecuencia del tono enmascarado es idéntica (o casi idéntica) a la frecuencia del tono enmascarador. En este caso especial, la sensación del tono enmascarado va acompañada de golpes porque las frecuencias del tono enmascarado y las del tono enmascarador difieren en unos cuantos Hz.

En los tonos enmascaradores de frecuencias más altas (tales como 1 200 Hz; ocurre un aumento del efecto enmascarador similar para los tonos enmascarados que corresponden a los armónicos del tono enmascarador (como en el caso de los 2 400 Hz y 3 600 Hz).

El efecto enmascarador está ausente casi totalmente cuando el tono enmascarador y el enmascarado se presentan a oídos diferentes, lo cual sugiere que se origina en la periferia del sistema nervioso central; sin embargo, no hay ningún efecto enmascarador en las microfonías cocleares.

El enmascaramiento no desaparece inmediatamente después de eliminar el tono enmascarador. Se produce el fenómeno de la fatiga auditiva, por el cual el umbral del tono enmascarado desciende gradualmente hasta su nivel normal; esta es la “sordera” transitoria, que sucede a las sensaciones auditivas fuertes.

Los puristas de la alta fidelidad gradúan su equipo según el volumen preciso de la grabación original, aunque sea tocada por una orquesta sinfónica entera para evitar las deformaciones producidas por el enmascaramiento auditivo. Durante la grabación los estímulos sonoros (con frecuencias diferentes) aparecieron simultáneamente y, por supuesto, unos tonos enmascararon a otros, tal como se lo propuso el compositor. Sin embargo, al volverlo a tocar a otro volumen, el enmascaramiento relativo cambia mucho, en los niveles bajos algunas notas se suprimen y otras se acentúan en los niveles altos.

El enmascaramiento auditivo constituye una falla de la ley acústica de Ohm; el aparato auditivo no detecta ambos tonos, sino que percibe a uno y silencia al otro. Por tanto, el enmascaramiento auditivo refleja una peculiaridad del aparato auditivo y es muy importante para los investigadores de la psicoacústica.

## ***7.- LA AUDICIÓN HUMANA***

El sentido auditivo localiza las fuentes sonoras y localiza objetos por reflexión sonora.

A principios del siglo XVI, Leonardo Da Vinci escribió lo siguiente: "A una distancia prudente y con las condiciones atmosféricas requeridas, los ojos yerran menos que ningún otro sentido en su función, porque el objeto es llevado a los ojos a lo largo de las líneas rectas y convergentes de una pirámide, la base de la cual ellos mismos forman. Pero el oído puede ser engañado cuando localiza y juzga las distancias de sus objetivos, porque las líneas a lo largo de las cuales viaja el sonido no son rectas, como las de la pirámide de la vista, sino tortuosas y curvas. Muchas veces, los objetos distantes parecen estar más cercanos que los que lo están... El sentido del olfato es aun menos capaz de localizar el origen de los olores, y los sentidos del gusto y del tacto deben llegar a tener un contacto real con sus objetos antes de percatarse de su existencia." Así fue como Leonardo

presentó el problema de la localización auditiva, de cómo el organismo percibe el origen de los sonidos. Las sensaciones auditivas tienen propiedades espaciales distintas y parecen originarse arriba o abajo, adelante o atrás, a la izquierda o a la derecha. Los sonidos simultáneos multidimensionales, como los de las orquestas sinfónicas en vivo, nos dan una impresión de naturalidad, y contrastan con los sonidos planos unidireccionales que provienen de altavoces simples.

La localización auditiva depende de los dos oídos y de su desplazamiento, pues cada oído da una sensación algo diferente (inconsciente) de la misma fuente sonora. Este fue el principio establecido por el físico Giovanni Battista Venturi , quien observó en 1796 que la localización por medio de un oído era notablemente imperfecta.

Las ondas sonoras de los dos oídos, que emanan de la misma fuente, pueden diferir de tres maneras; estas diferencias son los indicios para la localización. Los experimentos que han empleado modelos de cabezas, (con micrófonos colocados en los lugares que ocupan los oídos y fuentes sonoras que giran alrededor de las cabezas), han revelado lo siguiente:

1. La diferencia de intensidad es la amplitud diferencial entre las formas de ondas en los dos oídos. La diferencia puede aproximarse a los 7 dB por ejemplo, cuando la fuente se encuentra a 60 (grados poner el símbolo) a la derecha del plano frontal mediano, las ondas sonoras en el oído derecho son 7

dB más intensas que las del oído izquierdo. El efecto más pronunciado son los estímulos de frecuencia alta cuyas longitudes de onda cortas sufren una pérdida de amplitud cuando dan vuelta a las esquinas.

2. La diferencia temporal es el período que media entre la llegada del primer estímulo a un oído y la llegada del segundo estímulo al otro. La diferencia varía entre 300 y 700 milisegundos (milésimas de segundo).
  
3. La diferencia de fase es el “retraso” entre la forma de la onda del estímulo en un oído y la forma de la onda del estímulo en el otro. El segundo estímulo llega tarde al segundo oído, y la forma ondular sigue siendo tarda (fuera de fase); por ejemplo, en las ondas sinusoidales, el estímulo en un oído puede caer en un “valle” mientras que el estímulo en el otro oído cae en una “cresta”. La diferencia es más importante en las formas ondulares irregulares (como las del habla), pues cuando las formas ondulares regulares se retardan lo suficiente se ponen otra vez en fase.

Estas diferencias de estímulo operan simultáneamente en las situaciones de la vida real, pero han sido aisladas y estudiadas en los laboratorios con generadores sonoros eléctricos, grabadoras, altavoces y audífonos; los estímulos de cada oído han sido controlados cuidadosamente. He aquí algunas conclusiones importantes a las que se llegaron en muchos experimentos llevados a término por numerosos investigadores:

Cuando los mismos estímulos (con la misma intensidad, sin diferencia temporal ni de fase) se presentan en ambos oídos, el sujeto localiza la fuente en algún lugar del plano mediano.

Cuando el estímulo que llega a un oído es más intenso (sin diferencia temporal ni de fase) el sujeto localiza la fuente en la dirección del estímulo más intenso.

Cuando se presenta un golpe seco y breve a un oído y al otro oído se le presenta un golpe idéntico 30 milisegundos más tarde, el sujeto localiza la fuente en la dirección del primer golpe. Cuando se aumenta la diferencia temporal, localiza la fuente en la dirección del plano mediano.

Cuando se aumenta aún más, el sujeto oye dos sonidos diferentes. Por supuesto, cuando los estímulos se interrumpen proporciona un indicio de diferencia temporal equivalente a su comienzo.

Cuando los dos estímulos están fuera de fase (con la misma intensidad, sin diferencia temporal), el sujeto localiza la fuente sonora en la dirección del oído donde se presentó el estímulo adelantado. Al aumentarse continuamente este adelantamiento, el sujeto percibe que la fuente se mueve hacia el plano mediano,

después hacia el oído opuesto, luego otra vez hacia el plano mediano y finalmente regresa al oído original. La razón es clara: las formas ondulares del estímulo son análogas a los corredores en una pista circular; cuando un corredor pierde más de la mitad de una vuelta, está “ganando”, hasta que el otro corredor lo pasa otra vez.

Cuando los dos estímulos tienen ambos una fase adelantada simultáneamente, el sujeto localiza la fuente sonora dentro de su propia cabeza. Esto sucede en una situación creada artificialmente en la cual el sujeto se coloca entre dos altavoces en una cámara anecoica (o se pone audífonos). La conversación grabada se dirige al altavoz derecho y al oído derecho, mientras que la forma ondular invertida de la misma conversación (obtenida cruzando los alambres de conexión del micrófono) se dirige al altavoz derecho y al oído derecho, mientras que la forma ondular invertida de la misma conversación (obtenida cruzando los alambres de conexión del micrófono) se dirige al altavoz izquierdo y al oído izquierdo. El sujeto localiza la fuente sonora exactamente en el centro de su cráneo, le parece que el sonido reverbera desde el interior de sus tímpanos. Es una experiencia alarmante e inquietante, capricho de ingeniero, que emplea un superego acústico.

A veces, cuando están a la misma distancia del oído derecho y a la misma distancia del oído izquierdo, algunas fuentes sonoras se confunden. El experimentador pone en marcha un zumbador desde cualquier posición alrededor de la cabeza inmóvil del sujeto; el sujeto juzga entonces de dónde proviene el sonido. Las fuentes situadas en el plano mediano se confunden. Las fuentes

colocadas en la superficie de la mitad superior de cualquier cono imaginario con su vértice en el oído se confunden.

Las fuentes sonoras se confunden en el laboratorio, pero rara vez fuera de él. En la práctica, el observador mueve su cabeza para recibir indicios múltiples.

Aunque la localización auditiva depende de las diferencias de los estímulos sonoros en cada oído, no depende de la apreciación “voluntaria” de estas diferencias. Esto proporciona una prueba confiable y efectiva de la sordera fingida. Supongamos que una persona tiene el oído derecho sordo y el oído izquierdo normal, y que se le presenta un estímulo sonoro a cada oído simultáneamente; con el estímulo más intenso en el oído derecho. La persona localiza la fuente sonora en la dirección de su oído izquierdo (ya que, por supuesto, su oído derecho no se oye nada). Ahora, supongamos que una persona tiene dos oídos normales pero finge ser sorda del oído derecho, y que de nuevo se le presenta un estímulo sonoro a cada oído simultáneamente; con el estímulo más intenso en el oído derecho. El que finge localiza la fuente sonora en la dirección de su oído derecho “sordo”, pero para sostener el engaño declara no tener ninguna sensación auditiva (aunque por supuesto, su oído izquierdo fue estimulado). Los indicios para la localización sonora están subordinados a los indicios simultáneos para la localización visual. Hay ejemplos comunes: el sonido se percibe como si proviniera de las bocas móviles de los muñecos de los ventrilocuos cuando de hecho provienen de las bocas quietas de los artistas. El

sonido se percibe como si proviniera de las pantallas de los autocinemas cuando las imágenes hablan, pero de hecho provienen de los pequeños altavoces cercanos. P. T. Young investigó este fenómeno en un estudio clásico con pseudófonos. Hubo una transposición efectiva de sus oídos, y los estímulos sonoros que entraban al oído derecho fueron transpuestos al izquierdo y los estímulos sonoros que entraban al oído izquierdo fueron transpuestos al derecho. Young describió de la siguiente manera sus percepciones: “usé los pseudófonos en el laboratorio durante 20 minutos... Me detuve frente a una ventana abierta y escuché los ruidos de la calle. Las pisadas de los caballos en el pavimento, las bocinas de los autos, las campanas de los tranvías y los zumbidos de los motores, todos parecían estar situados normalmente. Unas vez un caballo vino desde la izquierda hacia el plano mediano. Se situó normalmente el sonido de las pisadas. Cuando el caballo llegó al plano mediano cerré los ojos. Entonces se oyó claramente que el caballo retrocedía hacia el lugar de su procedencia. Un momento después abrí los ojos y la localización de las pisadas volvió rápidamente a la normalidad... El asistente que se encontraba frente a la ventana habló y su voz se situó normalmente, pero la lluvia difusa que caía en la calle se oyó en el lado opuesto.”

Los indicios auditivos son más débiles que los visuales, aun cuando las imágenes están deformadas y los oídos sean normales; G. M. Stratton, quien llevó a efecto el primer experimento con lentes invertidas, informó que la percepción sonora estuvo siempre de acuerdo con la percepción de la imagen, aunque la propia imagen estuviera transpuesta.

Las investigaciones han demostrado la existencia de correlatos nerviosos para las diferencias de estímulo necesarias para la localización auditiva. La neuroanatomía nos permite comprender la interacción de los dos oídos; los impulsos de ambos oídos penetran en los dos núcleos olivares, y las neuronas laterales conectan los folículos inferiores izquierdo y derecho. Mark R. Rosenzweig ha demostrado el trabajo conjunto de los impulsos nerviosos de los dos oídos. Colocó micrófonos en miniatura en los oídos de un gato anestesiado y microelectrodos en su corteza auditiva; los microelectrodos estaban conectados a amplificadores y a un registrador. En general, un golpe estímulo en un oído producía una respuesta en ambos lados de la corteza cerebral, con la respuesta mayor del lado opuesto al lado de la estimulación. Cuando se aplicaron los estímulos en ambos oídos simultáneamente, la respuesta mayor se presentó en el lado opuesto al del estímulo más intenso o al del estímulo que se presentó primero, aunque fuera por unos cuantos milisegundos. Rosenzweig colocó microelectrodos también en las zonas subcorticales de la vía auditiva y encontró que la interacción de señales decrecía uniformemente conforme la vía se acercaba a los oídos; el área auditiva parece ser el sitio principal tanto de la percepción como de la sensación auditiva.

La reproducción electromecánica del sonido ha avanzado desde las grabaciones monofónicas planas hasta crear ilusiones de perspectiva auditiva (estereofonía) mediante la grabación en canales múltiples. Se usan tres técnicas: 1. La grabación binaural. 2. La grabación estereofónica. 3. La grabación cuasiestereofónica.

1. La grabación binaural es en teoría un sistema perfecto para la creación de perspectiva auditiva; transporta efectivamente los oídos del que escucha a la ejecución original. Se instalan micrófonos sensibles de amplio alcance en los oídos de un muñeco para oír las complicadas y divergentes fuentes sonoras; quizá una ópera representada en un escenario grande; el micrófono de la izquierda siente las ondas “oídas” por el oído izquierdo y el micrófono de la derecha siente las ondas “oídas” por el oído derecho, mientras que graban simultáneamente en una cinta las señales diferentes. El observador tiene puestos unos audífonos durante la repetición, escucha la señal de la izquierda con su oído izquierdo y la señal de la derecha con su oído derecho; oye las mismas ondas que siente el micrófono durante la ejecución original. El que escucha localiza cada fuente sonora, presta atención a los sonidos que encuentra interesantes: la perspectiva auditiva es apremiante y asombrosa y todo va bien mientras su cabeza permanece inmóvil.
2. La grabación binaural tiene dos defectos inherentes porque durante la repetición la cabeza del observador no está fija, mientras que la cabeza del muñeco estuvo fijada rígidamente durante la grabación. Cuando el que escucha hace girar su cabeza experimenta sensaciones desagradables y raras, ya que le parece que toda la sala de conciertos está girando con él; la orquesta se localiza en “el frente” invariablemente. El escucha experimenta también “sonidos fantasmas”. Se le niegan los movimientos de la cabeza que localizan los sonidos confusos y algunas veces las fuentes que están completamente al

frente se localizan completamente atrás, y las fuentes que están completamente a la izquierda se localizan algunas veces completamente a la derecha y viceversa.

3. La grabación estereofónica es un sistema aproximado para la creación de la perspectiva auditiva; transporta los segmentos acústicos de la ejecución original a los oídos del escucha. A continuación se describe lo último en técnica de grabación estereofónica: se colocan muchos (infinitos) micrófonos, por ejemplo, a lo largo del borde de un escenario de ópera, cada uno "oye" un segmento espacial diminuto de la ejecución mientras se registran en la cinta las señales diferentes. Cada miembro del auditorio logra una perspectiva auditiva cuando el total de las señales de la cinta se canalizan hacia los altavoces colocados en el mismo orden que los micrófonos originales. El experimento muestra que los varios micrófonos y altoparlantes producen una perspectiva convincente; los de 5 a 7 canales de las películas cinematográficas de pantalla amplia (cinemascope, cinerama) generan un diluvio de sonidos direccionales. Las grabaciones y las cintas estereofónicas domésticas se fabrican todas con dos canales, y aun este número mínimo produce percepciones multidimensionales pronunciadas. Los altavoces del fonógrafo estereofónica son los equivalentes acústicos de dos puertas abiertas en un muro, del otro lado del cual se estuviese representando una ópera. Considérese un escucha, O, colocado a medio camino entre las puertas. Todos los indicios de localización están presentes en los oídos del que escucha. Una fuente

sonora colocada en C sigue un camino a través de la puerta X para estimular el oído izquierdo y un camino a través de la puerta Y para estimular el oído derecho; las diferencias temporales, de intensidad y de fase, permiten al escucha localizar una fuente sonora colocada en C. (El que escucha localiza correctamente otra fuente mediante una geometría similar.) Ahora, considérese al escucha O' colocado más cerca de la puerta X: una fuente sonora colocada en C sigue otro camino a través de la puerta X para estimular el oído izquierdo y otro camino a través de la puerta Y para estimular el oído derecho; las diferencias temporales, de intensidad y de fase se deforman y el escucha localiza la fuente sonora en C'. (El escucha localiza otras fuentes sonoras relacionadas entre sí, aunque incorrectamente, mediante una geometría similar.) En la práctica, los escuchas se colocan por sí mismos dentro del “fuego cruzado” de los altavoces para reducir al mínimo la deformación. La reproducción estereofónica con dos canales tiene un defecto inherente. Los altavoces deben estar separados exactamente, o desaparece el efecto direccional (los altavoces están demasiado cerca) o aparece el efecto del “agujero en el medio” (los altavoces están demasiado lejos).

4. La grabación cuasiestereofónica es un sistema imperfecto para la creación de perspectiva auditiva a partir de una señal monofónica única; crea una “espaciosidad” psicológica independiente de la audición binaural. Muchas veces las frecuencias bajas alimentan el canal izquierdo y las frecuencias altas el derecho, “partiendo” así una orquesta en cuerdas bajas y metales agudos.

5. Muchas veces la misma señal alimenta a altavoces múltiples con características de respuesta diferentes. El sistema no es satisfactorio si se le compara con la grabación binaural o con la estereofónica; se le usa con grabaciones viejas (“vueltas a procesar electromecánicamente”) para provocar un falso efecto de “dispersión”.

### ***8.- LOCALIZACIÓN ECOICA***

Algunos animales y algunos ciegos analizan los ecos reflejados para adquirir información acerca del medio. Este proceso de localización por el eco es el análogo psicofisiológico del radar electrónico y del sonar; el radar rebota y detecta las señales de radio sobre la tierra y el sonar detecta las señales sónicas (sonoras) bajo el agua.

La localización por el eco en los animales los ayuda a navegar y a buscar comida. D. R. Griffin demostró dramáticamente que las ratas irradian sonidos de frecuencia alta y esquivan los obstáculos sintiendo las reflexiones ecoicas; los murciélagos que vuelan nunca chocan contra los numerosos alambres delgados

tendidos dentro de sus cuevas W. N. Kellogg demostró dramáticamente que los delfines emiten pulsaciones sónicas y que viajan a través de las profundidades oceánicas sintiendo reflexiones ecoicas. Los murciélagos atrapan a los insectos en movimiento que devuelven emisiones de frecuencia alta. Los delfines atrapan a los peces que devuelven emisiones sónicas.

A la localización por el eco en el hombre se le ha llamado visión facial desde que Denis Diderot y Jean Le Rond d'Alembert escribieron la primera enciclopedia de las artes y las ciencias en 1751, la obra monumental que encerraba toda la ciencia de su tiempo. En el capítulo sobre la ceguera, Diderot describió las sensibilidades al objeto de los ciegos e hizo un análisis incorrecto: "El ciego se dirige por sí mismo directamente hacia el lugar desde el cual cualquier ruido o voz afecta su oído. Juzga la proximidad del fuego por el grado de calor; lo llenas que están las vasijas mediante el ruido que hacen los licores cuando se les vierte; la cercanía de los cuerpos por la acción del aire sobre su cara; puede distinguir una calle abierta de un callejón sin salida, lo cual prueba que el aire, en relación con él, nunca está en estado de reposo absoluto y que su cara es sensible instintivamente a la menor variación de la atmósfera."

Experimentos modernos muestran que el ciego advierte los obstáculos circundantes, pero su habilidad misteriosa es una manifestación de la localización por el eco y no de la visión facial. Karl M. Dallenbach y sus colegas llevaron a efecto una investigación bien conocida. Sus sujetos ciegos caminaron a través de

largas estancias hacia paredes móviles de madera terciada. Cuando el sujeto percibía una pared que distaba alrededor de 15 cm, se detenía por un momento y levantaba su brazo izquierdo. Todos invariablemente percibieron la pared sin chocar. Todos invariablemente percibieron también la pared mientras tenían máscaras de fieltro y guantes gruesos, con lo que se refutó la teoría de la visión facial de Diderot. Sin embargo, todos invariablemente no lograron percibir la pared cuando llevaron puestos unos audífonos cuyo ruido enmascaraba los esenciales ecos de sus pasos, lo cual es una prueba de la localización por el eco. Posteriormente, algunos sujetos ciegos (en cuartos a prueba de ruidos) percibieron las paredes mediante micrófonos que llevaban los experimentadores y estaban conectados a los audífonos que llevaban los sujetos. La verdad es que los sujetos que pueden ver aprenden fácilmente la localización por el eco y que adquieren con frecuencia la habilidad que tienen los ciegos para conducirse.

Winthrop N. Kellogg demostró que el “sentido del obstáculo” de los ciegos es de una exactitud sorprendente. Usando métodos psicofísicos establecidos, Kellogg presentó pares de discos en sucesión rápida a unos sujetos ciegos que juzgaron: a) si el segundo disco estaba más cerca o más lejos que el primero; b) si el segundo disco era más grande o más pequeño que el primero, o c) si el segundo disco era del mismo material que el primero. Los sujetos emitieron sus propias señales de sonar, emplearon chasquidos de lengua, crujidos de los dedos, siseos, silbidos y vocalizaciones (“ahora, este es el ... este es el... eh... veamos... ahora, este es el disco más pequeño.”) La percepción del espacio por los ciegos (con indicios

auditivos reflejados) fue precisa; distinguieron los discos colocados a distancias diferentes, los discos de tamaño diferente y los discos de madera, metal, tela y terciopelo (“suenan diferente”).

Muchos auxiliares sensoriales portátiles de los ciegos se basan en los principios de la localización por el eco; algunos emplean señales sónicas emitidas por un zumbador, otros emplean señales supersónicas o de radio, cuyos ecos se convierten en estímulos auditivos o táctiles. Estos auxiliares protegen a los ciegos, son un medio para pasar entre los obstáculos y para percibir los tamaños y las direcciones de los vehículos móviles.

## ***METODOLOGIA***

## METODOLOGIA

**PROBLEMA:** ¿Existe relación causal entre el tono de un estímulo auditivo y la capacidad para su memorización sensorial y recuperación inmediata?

**HIPOTESIS DE TRABAJO:** Diversos tonos de un estímulo sonoro determinan en forma significativa la capacidad diferencial para su memorización y repetición inmediata.

**HIPOTESIS NULA:** Diversos tonos de un estímulo sonoro no son determinantes significativos para su memorización y repetición inmediata.

**SUJETOS:** El estudio se aplicó a 40 personas, con el perfil que se presenta en la siguiente tabla;

EDAD		SEXO		TOTAL
GRUPO	CANTIDAD	MASCULINO	FEMENINO	
50 - +	4		4	4
40 - 49	4	1	3	4
30 - 39	5	2	3	5
20 - 29	20	6	14	20
10 - 19	7	5	2	7
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>40</b>

**MUESTREO:** Se utilizó un muestreo accidental no probabilístico

**ESCENARIO:** Un salón de la Universidad del Valle de México, con buena iluminación y suficiente espacio físico para la prueba.

**VARIABLE INDEPENDIENTE:**

Estímulos sonoros con amplitud de onda interpretados semánticamente como tonos (100 Hz, 400 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz y 12000 Hz.)

**VARIABLE DEPENDIENTE:**

Número de palabras que una persona es capaz de repetir en forma inmediata a su presentación.

**MATERIALES Y APARATOS:**

Grabadora con capacidad para reproducir cintas  
Cassette con la grabación de los estímulos sonoros  
Audífonos convencionales  
Hoja de registro de respuestas

**PROCEDIMIENTO**

Previas a la aplicación:

En un cassette se grabaron 75 palabras, clasificadas en 5 grupos de 15 palabras cada uno, de acuerdo al tono en el que se determinó presentarlas a los sujetos (100hz, 400hz, 1000hz, 4000hz y 12000hz)

En forma previa a la presentación de cada grupo se grabó un sonido para identificar el inicio de su reproducción.(Anexo 1)

Durante la aplicación:

Al llegar el sujeto ante el experimentador se le pide que tome asiento y se le explica en que consiste la investigación con las siguientes instrucciones; Usted se va a poner los audífonos, escuchará un sonido que le indicará que enseguida va a escuchar una serie de 15 palabras, al finalizar estas palabras volverá a escuchar el sonido, por favor quítese los audífonos y escriba en esta hoja las palabras que recuerde haber escuchado, ¿tiene alguna duda acerca de la forma en la que vamos a trabajar? "

Se inició el estudio, presentando una hoja blanca después de la presentación de cada una de las 5 series de estímulos.

## ***RESULTADOS***

**TABLA 1**  
**RESPUESTAS POR GRUPO DE ESTIMULOS**

TOTAL DE LA MUESTRA											
No.	EDAD	SEXO	OCUP	ESC	RESPUESTAS					TOTAL I	
					1	2	3	4	5		
1	50	2	4	4	4	5	4	3	4	4	<b>REFERENCIAS DE LA TABLA</b>  No = Número consecutivo Edad = Edad del sujeto Sexo = 1 masculino / 2 femenino  <b>OCUPACION</b> 1 Directivo de empresa 2 Empleado de empresa 3 Profesionista independiente 4 Empleado nivel medio 5 Comerciante 6 Obrero especializado 7 Estudiante 8 Empleado domestico  <b>ESCOLARIDAD</b> 1 Doctorado / maestría 2 Licenciatura 3 Técnico especializado 4 Comercio 5 Bachillerato 6 Secundaria 7 Primaria
2	50	2	4	4	4	3	3	3	4	4	
3	50	2	4	4	4	3	3	1	3	4	
4	50	2	4	4	4	3	2	3	5	4	
5	47	2	4	4	4	2	3	3	4	3	
6	44	2	4	4	4	3	4	2	4	4	
7	42	1	4	4	4	4	3	3	3	5	
8	40	2	3	3	4	1	7	3	4	4	
9	30	2	2	2	4	1	4	3	3	3	
10	30	2	2	2	3	3	6	6	6	6	
11	30	2	3	3	2	3	5	3	5	3	
12	30	1	1	1	3	5	3	5	2	5	
13	30	1	2	2	4	4	6	6	5	6	
14	29	2	2	2	3	2	3	3	3	3	
15	29	2	2	2	2	3	4	5	4	5	
16	29	2	5	5	5	5	5	5	4	4	
17	28	2	2	2	4	3	4	3	4	4	
18	27	2	2	2	3	6	4	4	5	5	
19	26	1	2	2	4	4	4	4	6	6	
20	25	2	2	2	4	5	6	6	7	7	
21	25	1	2	2	4	5	5	4	6	6	
22	25	1	5	5	3	3	5	5	3	5	
23	24	2	2	2	3	5	4	5	6	6	
24	23	2	2	2	3	4	4	5	3	3	
25	23	2	2	2	7	4	6	3	4	4	
26	23	2	2	2	2	4	3	3	5	5	
27	23	1	1	1	5	4	5	7	4	4	
28	22	2	2	2	6	4	6	6	5	5	
29	21	2	3	3	5	4	6	5	4	4	
30	21	2	2	2	3	5	7	5	6	6	
31	21	1	5	5	4	4	5	4	6	6	
32	20	2	3	3	3	5	2	4	2	2	
33	20	1	3	2	4	3	5	6	2	2	
34	19	2	2	2	5	7	7	5	7	7	
35	16	1	6	6	4	4	4	5	4	4	
36	15	2	7	7	6	5	8	5	8	8	
37	15	1	5	5	3	2	4	5	4	4	
38	15	1	5	5	4	2	5	4	4	4	
39	14	1	7	7	6	4	7	8	6	6	
40	13	1	7	7	2	2	5	2	3	3	
UMA	1114	66	131	130	149	148	183	178	178	178	
IED	27.85	1.65	3.28	3.25	3.73	3.70	4.58	4.45	4.45	4.45	
S.	10.77	0.48	1.65	1.66	1.20	1.30	1.57	1.28	1.41	1.41	

**TABLA 2**  
**ANALISIS T STUDENT POR GRUPO DE ESTIMULOS**

**DE LA MUESTRA**

No.	RESPUESTAS					RESPUESTAS AL CUADRADO				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	4	5	4	3	4	16	25	16	9	16
2	3	3	3	4	4	9	9	9	16	16
3	3	3	1	3	4	9	9	1	9	16
4	3	2	3	5	4	9	4	9	25	16
5	2	3	3	4	3	4	9	9	16	9
6	3	4	2	4	4	9	16	4	16	16
7	4	3	3	3	5	16	9	9	9	25
8	4	1	7	3	4	16	1	49	9	16
9	4	1	4	3	3	16	1	16	9	9
10	3	3	6	6	6	9	9	36	36	36
11	2	3	5	3	5	4	9	25	9	25
12	3	5	3	5	2	9	25	9	25	4
13	4	4	6	6	5	16	16	36	36	25
14	3	2	3	3	3	9	4	9	9	9
15	2	3	4	5	4	4	9	16	25	16
16	5	5	5	5	4	25	25	25	25	16
17	4	3	4	3	4	16	9	16	9	16
18	3	6	4	4	5	9	36	16	16	25
19	4	4	4	4	6	16	16	16	16	36
20	4	5	6	6	7	16	25	36	36	49
21	4	5	5	4	6	16	25	25	16	36
22	3	3	5	5	3	9	9	25	25	9
23	3	5	4	5	6	9	25	16	25	36
24	3	4	4	5	3	9	16	16	25	9
25	7	4	6	3	4	49	16	36	9	16
26	2	4	3	3	5	4	16	9	9	25
27	5	4	5	7	4	25	16	25	49	16
28	6	4	6	6	5	36	16	36	36	25
29	5	4	6	5	4	25	16	36	25	16
30	3	5	7	5	6	9	25	49	25	36
31	4	4	5	4	6	16	16	25	16	36
32	3	5	2	4	2	9	25	4	16	4
33	4	3	5	6	2	16	9	25	36	4
34	5	7	7	5	7	25	49	49	25	49
35	4	4	4	5	4	16	16	16	25	16
36	6	5	8	5	8	36	25	64	25	64
37	3	2	4	5	4	9	4	16	25	16
38	4	2	5	4	4	16	4	25	16	16
39	6	4	7	8	6	36	16	49	64	36
40	2	2	5	2	3	4	4	25	4	9
SUMA	149	148	183	178	178	611	614	933	856	870
MED	3.73	3.70	4.58	4.45	4.45					
D. S.	1.20	1.30	1.57	1.28	1.41					
SUMA <sup>2</sup>	22201	21904	33489	31684	31684					
s	56.0	66.4	95.8	63.9	77.9					

**TABLA 3**  
**T student ENTRE RESPUESTAS**  
**TOTAL DE LA MUESTRA**

GRUPO	1	2	3	4	5
1		0.02	-0.61	-0.58	-0.55
2			-0.61	-0.58	-0.55
3				0.09	0.08
4					0.00
5					

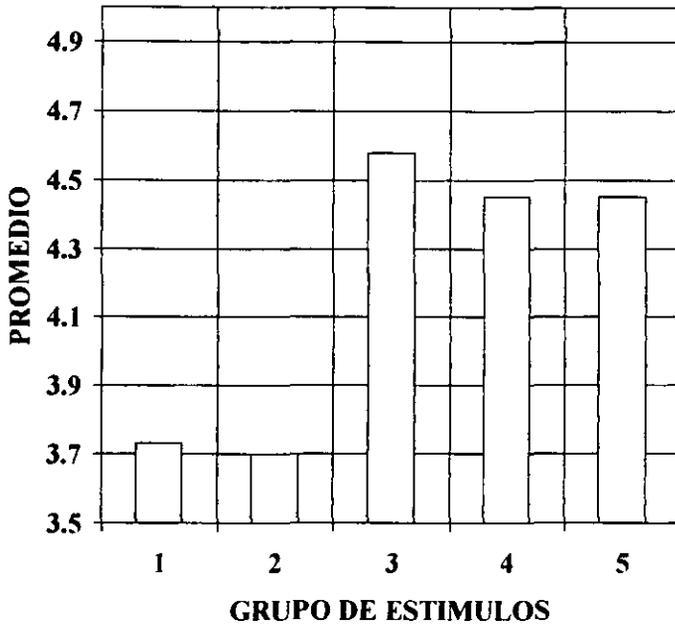
significativas entre las medias de los grupos

**TABLA 4**  
**ANALISIS ESTADISTICO POR SEXO**

TONO	MEDIA POR SEXO	
	FEM	MASC
1	3.65	3.86
2	3.77	3.51
3	4.51	4.71
4	4.23	4.86
5	4.54	4.29
T student	0.6096	

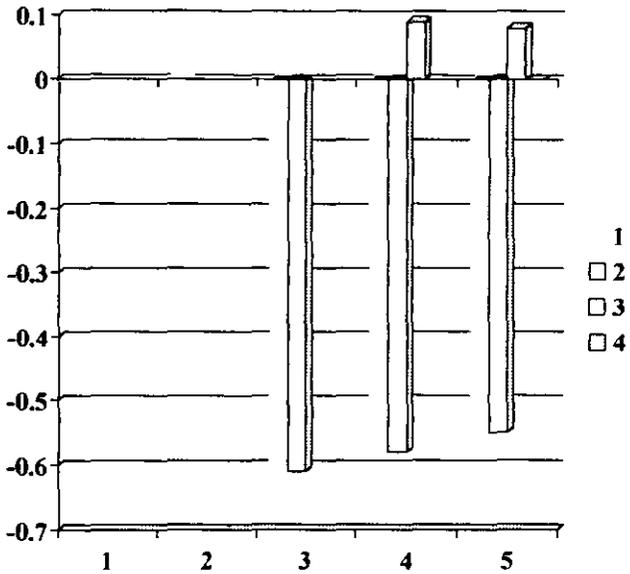
No se presentó diferencia estadística entre ambos grupo (T tabla = 1.96)

**GRAFICA 1**  
**PROMEDIO DE RESPUESTAS POR GRUPOS DE ESTIMULOS**



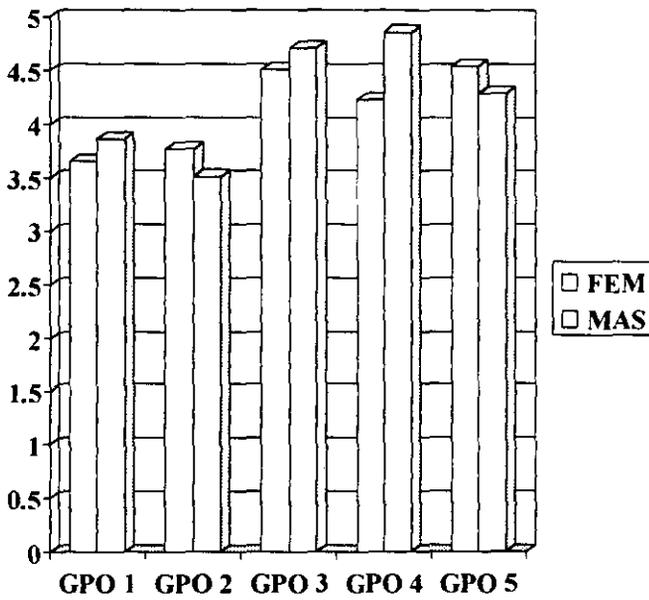
A PESAR DE LAS DIFERENCIAS DE PROMEDIO ENTRE GRUPOS NO SE ENCUENTRAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

**GRAFICA 2**  
**COEFICIENTE t STUDENT**



NINGUNO DE LOS COEFICIENTES OBTENIDOS RESULTA ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVO ( MAYOR O MENOR A 1.95)

**GRAFICA 3**  
**DIFERENCIAS ENTRE EL PROMEDIO FEMENINO Y MASCULINO POR**  
**GRUPO DE STIMULOS**



NO SE PRESENTARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS POR SEXO

## ***CONCLUSIONES***

## CONCLUSIONES

Esta investigación, exploratoria, no contiene elementos de control de variables extrañas ni de control de laboratorio, por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que a pesar de no presentarse diferencias significativas que relacionen en forma absoluta el tono de un estímulo sonoro con la capacidad de retención de los participantes, si se presentan ligeras variaciones.

Estos cambios se dan entre el grupo 1 (100 Hz) y el 3 (1000 Hz), entre el 2 (400 Hz) y el 4 (4000Hz), lo que permite inferir que al abrir el posible rango entre la frecuencia de estos grupos pueden presentarse diferencias estadísticas.

A pesar de que en el marco teórico se establece que la edad es un factor de pérdida de la agudeza auditiva, durante esta investigación no pudieron encontrarse datos que apoyaran esta afirmación.

La muestra, accidental, tampoco muestra variaciones importantes respecto a los resultados obtenidos por sexo.

De lo anterior puede inferirse que, a pesar de no comprobar la hipótesis de trabajo planteada originalmente, se requiere de una investigación en la que exista un mayor control de variables sobre la muestra y los instrumentos de medición.

***BIBLIOGRAFIA***

## **BIBLIOGRAFIA**

AGUILAR, J. “ El enfoque cognoscitivo contemporáneo”. UNAM. México. 1990

ARDILA, Ruben. “ Psicología fisiológica.” Trillas. México. 1987

COHEN, Jozef. “ Sensación y percepción auditiva y de los sentidos menores”. Trillas. México. 1993

MERAZ, Patricia. “ Procesamiento humano de la información”. UNAM. 1979

FORGUS, N. “ Manual de percepción”. Trillas. México. 1985

MARX Y HILLIX. “Sistemas y teorías psicológicas contemporáneas”. Paidós. México. 1982

NEISSER, U. “ Psicología cognoscitiva”. Trillas. México. 1988

VEGA, Manuel. “ Introducción a la psicología cognitiva”. Alianza. México. 1990

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO