



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
Luis Guillermo Ibarra Ibarra.  
ESPECIALIDAD EN:  
**AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA**

## **Discriminación de la palabra en ruido en hipoacusia sensorial bilateral y adaptación de auxiliares auditivos con micrófonos direccionales fijos y omnidireccionales**

### **T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
**AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA**

**P R E S E N T A:**

**DR. JAVIER BENJAMÍN PEDRAZA RUBIO**

PROFESORA TITULAR:  
**DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ**

ASESORES:  
**DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES.**  
**DR. JAIME ABRAHAM JIMENEZ PÉREZ.**

**MEXICO D.F.**

**FEBRERO DE 2018**





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.

---

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL  
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

---

**DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ  
SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN MÉDICA**

---

**DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA  
JEFE DE SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA**

---

**DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ**  
**PROFESOR TITULAR**

---

**DR. FRANCISCO ALFREDO LUNA REYES**  
**ASESOR CLÍNICO**

---

**DR. JAIME ABRAHAM JIMENEZ PÉREZ**  
**ASESOR METODOLÓGICO**

## **Agradecimientos:**

Gracias a mi familia por darme el apoyo, cariño y comprensión durante todo este tiempo, sin ustedes no sé dónde estaría en este momento. A mi padre por sus consejos; a mi madre por su cariño y sus constantes sonrisas; a mi hermano por todo su apoyo. Gracias a ti Daphne por acompañarme en todo este recorrido, por tu paciencia y por todos y cada uno de los momentos juntos.

Gracias al Instituto Nacional de Rehabilitación por darme la oportunidad de pertenecer a él para poder formarme como especialista y sobre todo gracias a mis asesores, al Dr. Francisco Luna y al Dr. Jaime Jiménez, por su tiempo, consejos y su eterna paciencia.

<b>Índice de contenidos</b>	<b>Página.</b>
I Antecedentes.....	5
II Justificación.....	10
III Planteamiento del Problema.....	11
IV Hipótesis. ....	12
V Objetivo General.....	13
VI Objetivos Específicos.....	14
VII Metodología.....	15
7.1 Diseño del estudio.....	15
7.2 Descripción del universo de trabajo .....	16
7.3 Criterios de Inclusión.....	16
7.4 Criterios de Exclusión.....	16
7.5 Criterios de Eliminación.....	17
7.6 Descripción de la metodología.....	18
7.7 Tamaño de la muestra.....	20
7.8 Variables.....	21
VIII Resultados.....	22
IX Conclusiones.....	23
X Bibliografía.....	24
XI Anexos.....	26
13.1 Consentimiento Informado.....	26

## ANTECEDENTES

La comunicación oral es un proceso complejo que involucra funciones periféricas y cognitivas; primero, el sistema auditivo del receptor debe codificar la secuencia de sonidos enviados por el emisor, para después enviar esta información por el sistema nervioso hasta el cerebro, donde es decodificado, y este proceso se puede ver alterado por una pérdida auditiva periférica o ruido de fondo. [1].

Denominamos hipoacusia al déficit funcional que ocurre cuando un sujeto pierde capacidad auditiva en menor o mayor grado. [2]

Epidemiológicamente hablando, la Organización Mundial de la Salud reporta que más del 5% de la población mundial (360 millones de personas) padece pérdida de audición (328 millones de adultos y 32 millones de niños). [3]

Reportes de estudios en Estados Unidos de América, han descrito que la prevalencia de las pérdidas auditivas, definidas por audiometría, aumenta con la edad: 3% de los 21 a los 34 años, 6% de los 35 a los 44 años, 11% de los 44 a los 54 años, 25% de los 55 a los 64 años, 43% de los 65 a los 84 años. [4] Y se considera un problema de salud pública en este país, siendo el tercer problema de salud crónico, superado solamente por la artritis y la hipertensión, en personas mayores de 65 años. [5]

En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), reporta que en el 2010 había 5 739 000 personas con algún tipo de discapacidad, de las cuales el 12.1% padece una discapacidad auditiva, lo que corresponde a 694 419 personas. El 94.5% de este grupo, son mayores a 15 años y el 87.5% son mayores de 30 años, observando un incremento de esta discapacidad con la edad. [6]

Dentro de la consulta externa de la División de Audiología y Otoneurología del Instituto Nacional de Rehabilitación “Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra” (INRLGII), en el año 2015 se atendieron 2152 pacientes de primera vez con diagnóstico de Hipoacusia Neurosensorial Bilateral.

Se pueden clasificar las pérdidas auditivas en 3 tipos de acuerdo al sitio del daño: hipoacusia neurosensorial (HNS), hipoacusia conductiva o hipoacusia mixta. La más común de estas 3 es la HNS, la cual ocurre cuando existe daño en la cóclea o en las vías nerviosas del oído interno al cerebro. [2] [5] [7]

Las causas más frecuentes de HNS son muy variadas, e incluyen: causas hereditarias, infecciones virales congénitas, malformaciones congénitas, presbiacusia, meningitis, tirotoxicosis, cocleitis viral, exposición a medicamentos ototóxicos, cirugía otológica, enfermedad de Ménière, exposición a ruido, barotrauma, trauma penetrante, neurinoma del acústico, meningioma, enfermedades autoinmunes, esclerosis múltiple, isquemia cerebrovascular, entre otros. [7]

Es conocido que las personas que padecen hipoacusia, especialmente una hipoacusia neurosensorial (HNS), tienen dificultad para la comprensión del lenguaje en ambientes ruidosos. [8] Así que para la adecuada comprensión del lenguaje en estos ambientes, deben utilizar más recursos cognitivos comparados con personas con audición normal. [9]

Debido a esto, es importante que el médico audiólogo proporcione un adecuado tratamiento, como lo puede ser un auxiliar auditivo (AA). [10]

Los AA son un método común de tratamiento para personas que padecen una HNS [11]. A pesar que los AA mejoran la audición, hay límites para su capacidad de separar la amplificación de la señal deseada de ruido que se



encuentra típicamente en el ambiente, este parámetro se conoce como Relación Señal-Ruido (RSR). [12]

Históricamente, la evolución y el desarrollo de los AA están ligado a los conceptos y técnicas de la telefonía. Su evolución ha ido desde la idea básica de aumentar la sonoridad de los sonidos, hasta llegar a una amplificación selectiva en frecuencia, produciendo una audición cómoda y segura. [13]

En cuanto a su tecnología, podemos clasificar a los AA en análogos y digitales, y esto va en función del manejo que hace de la información. [13]

También podemos clasificar a los AA en dos categorías muy generales de acuerdo a su uso: los que se colocan detrás del pabellón auricular (Behind The Ear [BTE]) y los que se colocan dentro del conducto auditivo (In The Ear [ITE]). Dentro de estos dos tipos existen diferentes estilos y tamaños de AA. Dentro de los BTE encontramos los que cuentan con el receptor dentro del armazón del AA (BTE tradicional), y aquellos en los que el receptor se encuentra dentro del canal auditivo (receiver in the canal [RIC]). [10] [13]

Los ITE son hechos a la medida del paciente y se denominan de acuerdo al tamaño del mismo: concha completa, media concha, completamente en el canal auditivo y los más pequeños denominados invisibles en el canal. [10] [13]

En años recientes, ha habido un aumento en el uso de “adaptaciones abiertas” en AA tipo BTE. En estas, el acoplador al canal auditivo permite la entrada y salida de energía de baja frecuencia del mismo canal. Aunque esto mismo puede realizarse con un molde hecho a la medida y una ventilación efectiva, es común encontrar domos de silicón suave para este tipo de acopladores. Dentro de las ventajas de estos domos se menciona la conveniencia que presenta el no tener que realizar una impresión del canal auditivo y tener que esperar la manufactura del molde hecho a la medida. [10]

Las partes de un AA digital incluyen el micrófono, procesador digital de la señal, receptor, batería, controles de usuario, interface de programación y telebobina. [10]

Actualmente, en los AA existe tecnología que optimiza la señal deseada en relación al ruido ambiental, de esta manera se mejora la RSR y por consecuencia la comprensión del lenguaje. [12] Existen dos técnicas de uso para los micrófonos de los AA que pueden mejorar la RSR en diversas situaciones, una de ellas es acercar el micrófono a la fuente sonora de interés y el segundo es el uso de micrófonos direccionales fijos. [11]

Los micrófonos direccionales fijos mantienen la amplificación de sonidos que se originan frente al usuario de AA, mientras que limitan la amplificación de sonidos que provienen de los lados o posterior al usuario. [14] Estos micrófonos funcionan comparando dos estímulos recibidos en puertos separados entre 4-12 milímetros que se encuentran en la carcasa del AA y se mide la diferencia de tiempo entre ambos estímulos, de esta manera se puede suprimir el estímulo no deseado. [11]

Se introdujeron en el mercado americano en 1971, teniendo un pico máximo de uso del 20% en 1980, y desde entonces su uso ha ido disminuyendo, a pesar de diversos estudios que sugieren el beneficio de su uso. [11]

Los micrófonos omnidireccionales se caracterizan por detectar sonidos de todas las direcciones sin discriminarlos, y estos se encuentran de manera automática en la programación en todos los AA digitales actuales. [15] [16]

Existen diversas formas para la elección del método prescriptivo del AA, y la selección del mismo dependerá del objetivo deseado. Dentro de los más utilizados

encontramos el método Berger, POGO (Prescription of gain/output for hearing aids), método Libby o de 1/3 de ganancia y el método NAL-2. [13]

Uno de los más estudiados es el método NAL-2, el cual se desarrolló en la National Acoustic Laboratories en Australia. El fundamento de este método es amplificar el espectro del habla a largo plazo, de tal manera que sea cómodo e igualmente sonoro a través de la frecuencia, y se basa en los umbrales aéreos de tonos puros. Este es un procedimiento con datos que lo validan, ya que, en la mayoría de los estudios realizados, los individuos hipoacúsicos prefirieron la curva de respuesta NAL en términos de comprensión del habla y calidad de sonido. [13]

## Justificación

Más del 5% de la población mundial padece una pérdida auditiva discapacitante, y el tratamiento de elección en la gran mayoría de estos pacientes es el uso de un Auxiliar Auditivo. [1] En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), reporta que en el 2010 había 694 419 personas con una discapacidad auditiva, observando un incremento de esta discapacidad con la edad. [2]

Es conocido que las personas que padecen hipoacusia, especialmente una hipoacusia neurosensorial (HNS), tienen dificultad para la comprensión del lenguaje en ambientes ruidosos. [3] Debido a esto, es importante que el médico audiólogo proporcione un adecuado tratamiento, como lo puede ser un AA. [4]

Actualmente, la tecnología utilizada en los auxiliares auditivos es muy diversa, y el proceso de adaptación del mismo no se encuentra estandarizado. [4]

Parte de esta tecnología incluye a los micrófonos, dentro de los cuales existen los micrófonos direccionales fijos, que mantienen la amplificación de sonidos que se originan frente al usuario de AA, mientras que limitan la amplificación de sonidos que provienen de los lados o posterior al usuario, así como los micrófonos omnidireccionales, que se caracterizan por detectar sonidos de todas las direcciones sin discriminarlos. [5] [6]

Debido a esto, se pretende evaluar el desempeño de estos tipos de micrófonos en un ambiente ruidoso.

Además, no hay reportes en la literatura nacional con respecto a los beneficios del uso de micrófonos direccionales fijos sobre los omnidireccionales en cuanto a la discriminación de palabra en ruido.

## **Planteamiento del problema**

¿Qué método prescriptivo de un Auxiliar Auditivo unilateral dará mayor beneficio a los pacientes con hipoacusia media y severa bilateral en cuanto a la discriminación de palabra en ruido?

## **Hipótesis**

El uso de un auxiliar auditivo con programación de micrófonos direccionales fijos dará mejor discriminación de palabra en ruido que la programación de micrófonos omnidireccionales.

**Objetivo general:**

Evaluar el beneficio en la discriminación de la palabra en ruido con Auxiliar Auditivo unilateral programado por el método prescriptivo NAL-2 y adaptación de micrófonos direccionales fijos y omnidireccionales

### **Objetivos específicos:**

- Evaluar la discriminación de la palabra en ruido sin uso de auxiliar auditivo en sujetos con hipoacusia sensorial media y severa bilateral en cámara sonoamortiguada.
- Valorar la ganancia tonal con auxiliar auditivo unilateral derecho y posteriormente izquierdo con método de prescripción NAL-2 y micrófonos direccionales fijos en pacientes con hipoacusia sensorial media y severa bilateral.
- Valorar la ganancia tonal con auxiliar auditivo unilateral derecho y posteriormente izquierdo con método de prescripción NAL-2 y micrófonos omnidireccionales en pacientes con hipoacusia sensorial media y severa bilateral.
- Valorar la discriminación de la palabra en ruido con auxiliar auditivo unilateral derecho y posteriormente izquierdo con método de prescripción NAL-2 y micrófonos direccionales fijos en pacientes con hipoacusia sensorial media y severa bilateral.
- Valorar la discriminación de palabra en ruido con uso de auxiliar auditivo unilateral derecho y posteriormente izquierdo con método de prescripción NAL-2 específica para su pérdida auditiva y micrófono omnidireccional.
- Comparar la discriminación de la palabra en ruido sin AA, y con AA con micrófonos direccionales fijos y con micrófonos omnidireccionales en ambos oídos en el mismo sujeto de estudio.



**Tipo de Estudio:**

Se trata de un estudio transversal, observacional, descriptivo.

### **Descripción del universo del estudio:**

Pacientes del servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación con diagnóstico de Hipoacusia media y severa bilateral de tipo sensorial y cumplan con los criterios de inclusión.

### **Criterios de Inclusión**

- Pacientes con diagnóstico de Hipoacusia media y severa bilateral de tipo sensorial por audiometría tonal.
- Pacientes sin uso previo de auxiliares auditivos.
- Pacientes en edades comprendidas entre 21 y 64 años.
- Pacientes de cualquier sexo.

### **Criterios de exclusión**

- Pacientes con patología de oído medio (otitis media aguda o crónica agudizada, ototubaritis) detectada por impedanciometría.
- Pacientes que no deseen participar en el presente estudio y no firmen el consentimiento informado.
- Pacientes con alteraciones psiquiátricas, debilidad mental o problemas neurológicos.

## **Criterios de eliminación**

- Pacientes que no completan la batería de estudios de este protocolo.

## **Metodología:**

Se invitó a participar a los pacientes del servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación con diagnóstico de hipoacusia media y severa de tipo sensorial bilateral documentada por audiometría del expediente clínico electrónico que no cursaran con patología de oído medio por estudio de impedanciometría; se les explicó la finalidad del estudio, su procedimiento y se realizó la firma del consentimiento informado.

Posterior a que los pacientes aceptaran participar en el protocolo se procedió a la revisión de sus estudios audiométricos y se realiza de forma inicial una valoración de utilidad social, que consiste en colocar al paciente en una cámara sonoamortiguada de tal modo que tenga una bocina a 0 grados (frente a él) y una bocina a 180 grados, ambas equidistantes a 1.15 m. (Fig. 1)

Se procede a colocar un estímulo de ruido blanco de 1 kHz a 60 dB por la bocina posterior al paciente y posteriormente se pasa un estímulo que consiste en una grabación de bloques de 10 palabras trisílabas (Fig. 2), a 55, 65 y 75 dB, valorando de forma manual la repetición correcta de las mismas, obteniendo el resultado en porcentaje.

Posteriormente, por medio de la interface Hi-Pro se procede a la adaptación de un Auxiliar Auditivo marca Starkey modelo Serie 3 i90 para oído derecho, utilizando la interface Hi Pro el software Inspire OS y se realiza la adaptación inicial por medio de la prescripción NAL-2 y se crea un programa en el Auxiliar Auditivo, adaptando los micrófonos de forma omnidireccional.

Se le coloca al paciente el AA en el oído derecho utilizando un adaptador Open Fit con un domo adecuado a su pérdida auditiva, se enciende el Auxiliar Auditivo, y primero mediremos la ganancia tonal con uso del AA derecho por medio de campo libre y tonos puros utilizando esta configuración de micrófono.

Posteriormente, se vuelven a pasar diferentes palabras a las mismas intensidades con el estímulo de ruido blanco de 1 kHz a 60 dB, valorando de

forma manual la repetición correcta de las mismas, valorando el resultado en porcentaje.

Se procede a realizar nuevamente la adaptación inicial por medio de la prescripción NAL-2 se crea un programa en el mismo Auxiliar Auditivo, adaptando los micrófonos esta vez de forma direccional fija, se coloca el auxiliar en el oído derecho del paciente se enciende el Auxiliar Auditivo repitiendo la medición de ganancia tonal y posteriormente el estímulo con diferentes palabras a las mismas intensidades y con r ruido blanco de 1 kHz a 60 dB valorando de forma manual la repetición correcta de las mismas, valorando el resultado en porcentaje.

Se repite el proceso de adaptación para el oído izquierdo, tanto con micrófonos direccionales fijos como omnidireccionales.

Al término de las valoraciones se procede a realizar una nota en el expediente clínico del paciente, en el apartado de Notas Generales, Notas Preconsulta, donde se comenta al paciente la participación del paciente en este protocolo y los resultados obtenidos.

## **Tamaño de muestra**

Se realizó un muestreo no probabilístico, consecutivo, esto de acuerdo a los pacientes que acudieron al servicio de foniatría del Instituto Nacional de Rehabilitación “Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra” con diagnóstico de Hipoacusia neurosensorial bilateral media o severa, de cualquier sexo, de edades entre 21 y 64 años de edad.

## Tipos de variables:

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Edad</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Discreta</b>	<b>Años</b>
<b>Género</b>	<b>Cualitativa</b>	<b>Nominal</b>	<b>Masculino / Femenino</b>
<b>Grado de hipoacusia</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Nominal</b>	<b>Media / Severa</b>
<b>Audiometría tonal por frecuencia (0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 y 8 kHz)</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Discreta</b>	<b>dB</b>
<b>Utilidad social (55, 65 y 75 dB)</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Discreta</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Ganancia tonal por frecuencia (0.25, 0.5, 1, 2 y 4 kHz)</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Discreta</b>	<b>dB</b>

## **Resultados:**

Se evaluaron 10 pacientes, 6 mujeres y 4 hombres, con una edad media de 51.87 años.

El 100% de los pacientes presentaron hipoacusia media en el oído derecho, mientras que, en el izquierdo, el 70% presentó hipoacusia media y el 30% hipoacusia severa. Al momento de comparar el promedio de la utilidad social sin AA con el uso del AA con micrófonos omnidireccionales, encontramos en el oído derecho una mejora promedio de solo 1 dB, mientras que con los micrófonos direccionales fijos una mejora promedio de 20 dB, siendo esta una diferencia estadísticamente significativa con un intervalo de confianza del 95% y  $p=0.015$ .

Para el oído izquierdo no se encontró diferencia promedio con el uso de AA con micrófonos omnidireccionales, y con los micrófonos direccionales fijos se encontró una diferencia promedio de 16 dB, una diferencia estadísticamente significativa, con un intervalo de confianza del 95% y  $p=0.027$ .



**Conclusiones:**

El uso de auxiliares auditivos con prescripción NAL-2 y programación de micrófonos direccionales fijos, otorga mejor discriminación de palabra en ambiente ruidoso que una programación de micrófonos omnidireccionales, esto en pacientes sin experiencia previa de uso de auxiliares auditivos.

## Bibliografía

- [1] J. L. Desjardins, "The effects of hearing aid directional microphone and noise reduction processing on listening effort in older adults with hearing loss," *J Am Acad Audiol*, vol. 27, no. 1, pp. 29-41, 2016.
- [2] L. M. Gil-Carcedo García, *Otología*, 3a ed., Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2011, pp. 71-79.
- [3] OMS, «Sordera y pérdida de la audición,» Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>. [Último acceso: 27 Septiembre 2016].
- [4] S. Nash, K. Cruickshanks, R. Klein, B. Klein, F. Nieto, G. Huang, J. Pankow y T. Tweed, «The prevalence of hearing impairment and associated risk factors: the Beaver Dam Offspring Study,» *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, vol. 137, n° 5, pp. 432-439, 2011.
- [5] T. Hnath Chisolm, C. E. Johnson, J. L. Danhauer, L. J. Portz, H. B. Abrams, S. Lesner, P. A. McCarthy y C. W. Newman, «A Systematic Review of Health-Related Quality of Life and Hearing Aids: Final Report of the American Academy of Audiology Task Force on the Health-Related Quality of Life Benefits of Amplification in Adults,» *J Am Acad Audiol*, vol. 18, n° 2, pp. 151-183, 2007.
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, «Las personas con discapacidad en México : una visión al 2010,» Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, 2013.
- [7] P. C. Weber, «Etiology of hearing loss in adults,» UpToDate, 25 Julio 2016. [En línea]. Available: [http://www.facmed.unam.mx/bmnd/dirijo\\_gbc.php?bib\\_vv=22](http://www.facmed.unam.mx/bmnd/dirijo_gbc.php?bib_vv=22). [Último acceso: 27 Septiembre 2016].

- [8] H.-S. Park, I. J. Moon, S. H. Jin, J. E. Choi, Y.-S. Cho and S. H. Hong, "Benefit from directional microphone hearing aids: objective and subjective evaluations," *Clin Exp Otorhinolaryngol*, vol. 8, no. 3, pp. 237-242, Septiembre 2015.
- [9] J. L. Desjardins, «The Effects of Hearing Aid Directional Microphone and Noise Reduction Processing on Listening Effort in Older Adults with Hearing Loss,» *J Am Acad Audiol*, vol. 27, n° 1, pp. 29-41, 2016.
- [10] J. Katz, M. Chasin, K. English, L. J. Hood y K. L. Tillery, *Handbook of Clinical Audiology*, 7a ed., Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015.
- [11] T. A. Ricketts, «Directional hearing aids,» *Trends In Amplif*, vol. 5, n° 4, pp. 139-176, 2001.
- [12] L. W. Norrix, K. Camarota, F. P. Harris y J. Dean, «The effects of FM and hearing aid microphone settings, FM gain and ambient noise levels on SNR at the tympanic membrane,» *J Am Acad audiol*, vol. 27, n° 2, pp. 117-125, 2016.
- [13] Y. R. Peñaloza López, *Función, Descripción y Adaptación de Auxiliares Auditivos. Guía para Médicos y Usuarios.*, 1a ed., Mexico: Trillas, 2006.
- [14] R. W. McCrery, R. A. Venediktov, J. J. Coleman y H. M. Leech, «An Evidence-Based Systematic Review of Directional Microphones and Digital Noise Reduction Hearing Aids in School-Age Children With Hearing Loss,» *Am J Audiol*, vol. 21, n° 2, pp. 295-312, Diciembre 2012.
- [15] J. M. Kates, *Digital hearing aids*, San Diego: Plural Publishing Inc, 2008, pp. 75-113.
- [16] K. Chung, «Challenges and Recent Developments in Hearing Aids Part I. Speech Understanding in Noise, Microphone Technologies and Noise Reduction Algorithms,» *Trends in amplif*, vol. 8, n° 3, pp. 83-124, 2004.

## Anexo 1:

### Carta de Consentimiento Informado

**Protocolo de investigación:** Discriminación de la palabra en ruido en hipoacusia sensorial bilateral y adaptación de auxiliares auditivos con micrófonos direccionales fijos y omnidireccionales.

**Investigador principal:** Dr. Javier Benjamín Pedraza Rubio.

**Asesor clínico:** Dr. Francisco Alfredo Luna Reyes.

**Asesor metodológico:** Dr. Jaime Abraham Jimenez Pérez.

**Sede:** Instituto Nacional de Rehabilitación "Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra".

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica, el cual se realizará por parte de la división de Audiología de este instituto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, si usted no desea participar el estudio por cualquier razón, puede retirarse con toda libertad, sin que esto represente algún gasto, pago o consecuencia que demerite la calidad de la atención que recibirá en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Cabe mencionar que esta investigación se considera con riesgo menor al mínimo.

Las mediciones obtenidas servirán para ser comparadas entre ellas y documentar las diferencias encontradas, evaluando el beneficio en la discriminación de la palabra en ruido con Auxiliar Auditivo unilateral programado por el método prescriptivo NAL-2 y adaptación de micrófonos direccionales fijos y omnidireccionales, por lo que su participación contribuye a mejorar los conocimientos en el campo de la audiología, así como mejorar los protocolos de adaptación de auxiliares auditivos.

Al aceptar ser parte de esta investigación se deberá revisar su expediente y corroborar el diagnóstico de hipoacusia sensorial bilateral mediante una audiometría tonal, la cual se realizó durante la preconsulta. Se tomaran valores basales de discriminación de palabra en ruido por medio de una prueba de utilidad social. Posteriormente se realizará la adaptación de un auxiliar auditivo de acuerdo a su pérdida auditiva, con programación de micrófonos omnidireccionales, y se valorará la discriminación de la palabra en ruido; se repetirá el proceso con programación de micrófonos direccionales y posteriormente ambas programaciones en el oído opuesto. Además se valorará la ganancia del auxiliar auditivo con ambas programaciones con el uso de un acoplador de 2cc y el software especializado, lo que nos permitirá cuantificar la diferencia en la potencia del auxiliar auditivo de acuerdo al tipo de micrófonos utilizados. Estas valoraciones se realizaran en un tiempo aproximado de 25 minutos.

Toda la información obtenida en el estudio es completamente confidencial, solamente los miembros del equipo de trabajo conocerán los resultados y la información. Se le asignará un número (código) a cada uno de los participantes, y este número se usará para el análisis, presentación de resultados, publicaciones etc.; de manera que el nombre del paciente permanecerá en total confidencialidad. Con esto ninguna persona ajena a la investigación podrá conocer los nombres de los participantes.

Los posibles candidatos/candidatas deberán ser pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, con el diagnóstico de hipoacusia sensorial bilateral ya sea media o severa, así como no tener experiencia previa en el uso de auxiliares auditivos. Al aceptar la participación deberá firmar este documento llamado consentimiento, con lo cual autoriza y acepta la participación en el estudio voluntariamente.

Firma \_\_\_\_\_  
Nombre del paciente \_\_\_\_\_  
Expediente \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento \_\_\_\_\_

Testigo No. 1  
Firma \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_

Testigo No. 2  
Firma \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_