

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO**

**“EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE  
AUDIOMETRÍA “UHEAR” PARA LA VALORACIÓN DE LA AUDICIÓN  
EN LA POBLACIÓN ADULTA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA  
EN OTORRINOLARINGOLOGÍA Y CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO

PRESENTA:

**STEFANIA MEDELLÍN LACEDELLI**

DIRECTORA DE TESIS:

**DRA. MARÍA DEL CÁRMEN DEL ANGEL LARA**

**DRA. VERÓNICA FERNÁNDEZ SÁNCHEZ**



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX. JUNIO 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**AUTORIZACIÓN DE LA TESIS**

EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE AUDIOMETRÍA "UHEAR" PARA LA VALORACIÓN DE LA AUDICIÓN EN LA POBLACIÓN ADULTA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

REGISTRO: HJM 079 / 22R



---

**STEFANIA MEDELLÍN LACEDELLI**

TESISTA  
OTORRINOLARINGOLOGÍA Y CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO



---

**DRA. MARIA DEL CARMEN DEL ANGEL LARA**

DIRECTORA DE TESIS  
OTORRINOLARINGOLOGÍA Y CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO



---

**DRA. VERÓNICA FERNÁNDEZ SÁNCHEZ**

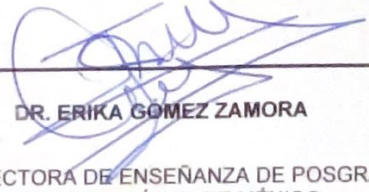
DIRECTORA METODOLÓGICA  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO



---

**DR. ERICK EFRAÍN SOSA DURÁN**

JEFE DE DIVISIÓN DE ENSEÑANZA DE POSGRADO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO



---

**DR. ERIKA GÓMEZ ZAMORA**

SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA DE POSGRADO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

## **DEDICATORIA**

A mis padres Tiziana y Emilio por siempre estar presentes de manera incondicional en mi desarrollo y crecimiento personal y profesional, a mi hermana Miranda por siempre hacerme ver la vida más sencilla.

A Nalle por acompañarme siempre en los momentos más complicados y en los más felices, por nunca dejar que me de por vencida y ser una de mis motivaciones más grandes.

A mis amigos del hospital Mario, Yoce y Carlos, y aquellos extrahospitalarios Daniela y Luis Fernando por siempre estar disponibles para un consejo, una sonrisa, aprendizaje y buenos momentos.

A mis maestros y compañeros residentes de Otorrinolaringología del Hospital Juárez de México y aquellos de las rotaciones externas que me han permitido conocer, aprender y enamorarme de esta especialidad, no me queda más que agradecer por todo lo vivido.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme todos los recursos para mi desarrollo profesional desde la preparatoria, el pregrado y ahora en el posgrado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Dra. Ivonne Cárdenas Velázquez y al Dr. Manuel Estrada Rivera, adscritos del servicio de Audiología y Foniatría por la enseñanza, la disposición para siempre ayudarme y las facilidades que dieron para la realización de este proyecto. Así mismo a la Técnico Audióloga, Claudia Méndez, por todos los consejos, el apoyo y la paciencia para realizar este proyecto. Así mismo al Dr. José Ángel Hernández Mariano por su apoyo en la metodología y estadística.

## INDICE

1. MARCO TEÓRICO: .....	6
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	16
4. HIPÓTESIS .....	17
5. OBJETIVOS .....	18
6. METODOLOGÍA .....	19
7. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.....	25
8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	26
9. DISCUSIÓN .....	31
10. CONCLUSIONES.....	35
11. BIBLIOGRAFÍA.....	36
12. ANEXOS.....	39

# 1. MARCO TEÓRICO:

## 1.1. FISIOLÓGÍA DE LA AUDICIÓN

### A. El sonido

El sonido es la sensación percibida por el oído como resultado de la energía mecánica, transportada por ondas longitudinales de presión en un medio material. Se produce cuando hay una alteración de la densidad de las partículas, generado por una fuente de sonido, la cual mueve las moléculas a través de un medio donde éstas se propagan, en forma de ondas sonoras de manera longitudinal.

Se pueden describir tres características perceptuales del sonido que dependen de las ondas sonoras:

- **Intensidad:** depende del nivel de presión sonora que genera cada sonido, se mide en decibelios, y varía de 0 dB (decibelios) que es el umbral de audición hasta 120 dB que es el umbral de dolor.
- **Tono:** depende de la frecuencia, es el número de ciclos por segundo y se expresa en Hertz (Hz); los tonos agudos son frecuencias altas, es decir, longitudes de onda cortas y los tonos graves corresponden a frecuencias bajas, es decir, longitudes de onda amplias.
- **Timbre** es el contenido armónico o forma de la onda, que permite identificar las características de la fuente. (Keidel W, 1983)

La impedancia es la relación entre la presión acústica y la velocidad generada en el medio donde se transmite, esto depende de tres factores: la rigidez, la resistencia y la masa del medio, por lo que en el aire seco a temperatura ambiente es de 340 m/s (metros/segundo) y en el agua es de 1500 m/s. (Flint, 2020)

## **B. Anatomía y Fisiología del sistema auditivo**

El oído externo se compone del pabellón auricular y el conducto auditivo externo, su función es actuar como un embudo para captar el sonido hacia el oído medio. Tiene un papel importante en la localización del sonido, mediante la diferencia de tiempo y de amplitud interaurales.

El oído medio, por medio de la cadena de huesecillos, transmite la energía sonora desde la membrana timpánica hasta el oído interno. Sus componentes auditivos son de la membrana timpánica (MT), la cadena osicular (martillo, yunque y estribo), los músculos estapedio y tensor del tímpano y la trompa de Eustaquio. Cuando el sonido pasa el conducto auditivo externo hace vibrar a la MT, la cual se encuentra conectada con el martillo, y éste con el resto de los huesecillos, hasta transmitir la vibración a la platina del estribo que está conectada con la ventana oval y de esta forma mover el líquido que se encuentra en la cóclea en el oído interno, esto es lo que se conoce como vía aérea. (Sanchez-Terradillos, Perez-Saez, & Gil-Carce , 2002).

De esta manera el oído medio actúa amplificando el sonido mediante varios mecanismos como: aumentando la impedancia, cambiando de una vía aérea a una líquida y por la diferencia de tamaño entre el tímpano y la ventana oval, aproximadamente, una relación 20:1. Los sonidos que sobrepasan los 50 dB de intensidad sonora empiezan a percibirse también por vía ósea; al transmitirse a través del líquido cefalorraquídeo directamente hacia la perilinfa por el acueducto coclear. (Merino & Muñoz-Repiso , 2013).

En la cóclea se convierten la energía mecánica en impulsos eléctricos capaces de ser interpretados por el Sistema Nervioso Central (SNC). La cóclea está formada por un laberinto membranoso al medio de su lumen y bañado en perilinfa está el ducto coclear (escala media) o bañado en endolinfa (escalas o rampas timpánica y vestibular); contiene el órgano de Corti que está alojado y descansa sobre la membrana basilar, que al vibrar estimula sus células ciliadas y transforman el impulso mecánico en impulsos eléctricos y transmiten señales a las células



ganglionares que dan origen a las fibras del nervio auditivo. (Merino & Muñoz-Repiso , 2013).

En la cóclea se dividen los distintos sonidos según su frecuencia, se codifican los estímulos de acuerdo a su cadencia, a través de una organización tonotópica. Las células ciliadas en la base de la cóclea son estimuladas por frecuencias agudas, mientras las del ápice lo son por las graves. (Sanchez-Terradillos, Perez-Saez, & Gil-Carce , 2002).

Los estímulos auditivos mecánicos, transformados en energía eléctrica por las células ciliadas del órgano de Corti, son conducidos hasta los centros analizadores superiores de la corteza temporal a través de la vía auditiva:

- Las primeras neuronas de la vía coclear se asientan en el ganglio espiral de Corti, son células bipolares, que emiten su prolongación periférica hacia las células ciliadas. Sus prolongaciones centrales se unen en la base de la columela formando la raíz coclear del VIII par craneal.
- Las segundas neuronas están en los núcleos bulbotuberanciales denominados cocleares ventral y dorsal .  
Del núcleo coclear ventral, 33% son homolaterales y 66% cruzadas y se dirigen al complejo olivar superior,  
Del núcleo coclear dorsal, son todas cruzadas y se dirigen al núcleo dorsal del lemnisco lateral y al colículo inferior.
- Las terceras neuronas están localizadas en el núcleo geniculado medial del tálamo, forman la radiación acústica de Pfeiffer, que se va a dirigir al labio inferior de la cisura horizontal de Silvio, lugar que ocupan los centros analizadores corticales del sonido en las áreas 21, 22, 41 y 42 de Brodman. (Hernandez-Zamora, 2015)

## **1.2. HIPOACUSIA**

### **A. Definición:**

La hipoacusia es una condición crónica muy común y se define cuando los umbrales auditivos se encuentran por arriba de 20 decibeles medidos por medio de una audiometría tonal para cada oído en las frecuencias de 0.5, 1, 2 y 4 kHz según la OMS. La pérdida de la audición discapacitante se define como una pérdida superior a los 40 dB en el oído con mejor audición en los adultos y 30 dB en niños. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

### **B. Incidencia**

De acuerdo con el Informe Mundial Sobre La Audición de la OMS en el mundo, el 5% de la población se encuentra afectado, lo cual representa que 1500 millones de personas viven con algún grado de pérdida de audición; de ellos una tercera parte está afectado por pérdidas moderadas o severas. Es la tercera causa de las patologías que generan años de vida con discapacidad. El 91% de los pacientes son adultos y 56% son hombres; conforme se eleva la edad aumenta el número de personas con hipoacusia, a los 65 años entre el 18 al 50% tienen algún grado de hipoacusia y en mayores de 85 se estima entre un 30 y un 60%. (Chadha , Kamenov , & Cieza , 2021).

El 50% de las hipoacusias son evitables, de acuerdo con la OMS. A pesar de ello se estiman 278 millones de personas con algún tipo de discapacidad auditiva, y el 25% de las deficiencias auditivas tienen su origen en la infancia. En América, la prevalencia de discapacidad auditiva es de 62.8 millones y 7.4% son menores de 40 años. En Europa, cerca de 57.3 millones de adultos de 18 a 80 años tienen pérdida auditiva. En Latinoamérica, poco se sabe sobre la pérdida de audición en adultos, sin embargo, Chile señala cerca de 1.5 millones afectados. (Díaz , Goycoolea , & Cardemil , 2016)

### C. Clasificación

Teniendo en cuenta la localización de la causa, las hipoacusias se pueden clasificar en los siguientes grupos: (Díaz , Goycoolea , & Cardemil , 2016),

- **Hipoacusias de conducción:** Son aquellas relacionadas a cualquier causa que genere una obstrucción del CAE o del oído medio, que ocasionan alteración de la membrana timpánica, cadena de huesecillos o ambas estructuras.
- **Hipoacusias neurosensoriales o de percepción:** ocurren por lesión en el órgano de Corti, alteración de las vías acústicas o por trastornos en la corteza cerebral auditiva.
- **Hipoacusias mixtas:** debidas a alteraciones simultáneas en la conducción y en la percepción del sonido en el mismo oído.

Dependiendo de la intensidad de la pérdida de audición, la OMS propuso una clasificación: (Organización Mundial de la Salud, 2022)

- I. Normoacusia: más de 20 dB
- II. Hipoacusia leve: 20-35 dB
- III. Hipoacusia moderada 35-50 dB
- IV. Hipoacusia de moderada a severa: 50- 65 dB
- V. Hipoacusia severa: 65- 80 dB
- VI. Hipoacusia profunda 80-95 dB
- VII. Hipoacusia total > 95 dB

## **D. Diagnóstico**

El diagnóstico oportuno es el primer paso para darle tratamiento a las hipoacusias y a las enfermedades del oído relacionadas con ella. El tamizaje clínico en momentos clave de la vida permite que estas afecciones se puedan detectar lo más pronto posible. Con los avances tecnológicos recientes, se pueden detectar las enfermedades del oído y las pérdidas auditivas desde edades tempranas, en cualquier tipo de entorno.

Los síntomas más comunes de la pérdida auditiva son: pedir a los demás que le repitan las palabras, problemas en las relaciones con el entorno social que los rodea ya que el no entender las conversaciones genera aislamiento social, cansancio y stress, así mismo puede haber una dificultad especial para entender las voces de los niños ya que en la mayoría de las patologías más comunes se encuentra una pérdida de la sensibilidad para las frecuencias altas. (Goycolea, 2016)

## **E. Causas**

Entre las causas más habituales de la hipoacusia de transmisión se encuentran un tapón de cerumen (es la más común) u otro cuerpo extraño en el CAE, infecciones como la otitis externa bacteriana o micótica, otitis media serosa, otitis media aguda, y otitis crónica. La otitis media serosa es la causa más frecuente de hipoacusia en los niños. Otras causas son: disfunción de la trompa de Eustaquio secundaria a rinitis infecciosa, rinitis alérgica o sinusitis; perforación timpánica secundaria a infecciones o traumatismos (directos, indirectos o barotraumas); malformaciones congénitas del pabellón auricular, el canal auditivo o el oído medio, neoformaciones óseas, tumores benignos o malignos, como pueden ser pólipos del oído externo; colesteatomas del oído medio u otosclerosis. (Díaz , Goycoolea , & Cardemil , 2016)

La hipoacusia sensitiva puede ser causada por múltiples patologías, siendo la presbiacusia la causa más frecuente, así mismo el trauma acústico crónico o agudo, barotrauma o traumatismos craneales, causas genéticas, durante el embarazo por intoxicación con alcohol, drogas y algunos medicamentos como los

aminoglucósidos o por infección principalmente el complejo TORCH y VIH, o causas neonatales como por ejemplo sufrimiento fetal, hiperbilirrubinemia, enfermedad hemolítica. En el adulto algunos medicamentos, entre los cuales se destacan los aminoglucósidos, la eritromicina, las tetraciclinas, los salicilatos y el cisplatino pueden causar ototoxicidad; las infecciones como una laberintitis, otitis media crónica, sífilis, meningitis, tumores como el schwannoma de la rama vestibular, enfermedades degenerativas del oído como el Menière. Enfermedad autoinmune localizada en el oído o sistémica como Lupus Eritematoso Sistémico, artritis reumatoide, poliarteritis nodosa o granulomatosis de Wegener. Hay enfermedades metabólicas que pueden asociarse a pérdida auditiva como la vasculopatía y neuropatía diabética, hipo o hipertiroidismo, hipertensión arterial, etc. (Goycolea, 2016).

#### **F. Impacto**

Sin un tratamiento adecuado, las hipoacusias pueden afectar muchos aspectos de la vida cotidiana como son el desarrollo del lenguaje y el habla en la niñez, la comunicación, la cognición, la educación, el empleo, la salud mental y las relaciones interpersonales. Hay muchos determinantes de la capacidad de audición, dependiendo de la etapa de la vida, algunas características genéticas, factores biológicos, factores de comportamiento y del ambiente; muchas causas son tratables o prevenibles, mediante acciones como mantener volúmenes de sonido bajos, proteger los oídos en situaciones de mucho ruido, monitorear la exposición al ruido, etc.; sin embargo, también la detección temprana de la hipoacusia es un factor determinante en su evolución. (Chadha , Kamenov , & Cieza , 2021)

#### **G. Tratamiento**

El tratamiento de la hipoacusia se puede dividir en programas de rehabilitación auditiva, programas de educación y en dispositivos de ayuda auditiva, dentro de los que se incluyen los auxiliares auditivos, dispositivos de asistencia auditiva y los implantes cocleares. La OMS estima que 30 millones de nuevos auxiliares se requieren anualmente en los países en vías de desarrollo, pero solo el 3% de esta

necesidad se cubre en estos países y en países desarrollados sólo el 30% de los pacientes tiene acceso a uno. A nivel mundial se puede decir que solo 1 de cada 5 pacientes que se podrían beneficiar del uso de un auxiliar auditivo tienen acceso a uno. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

### **1.3. AUDIOMETRÍA**

#### **A. Definición**

La audiometría tonal liminar (o audiometría tonal) representa, junto a la audiometría verbal, una de las pruebas fundamentales en los estudios diagnósticos auditivos. Es una exploración de la audición que consiste en determinar los umbrales de audición en diferentes frecuencias preestablecidas. Se entiende como umbral auditivo al volumen mínimo que una persona requiere para detectar un sonido aproximadamente la mitad de las veces; es una prueba subjetiva que requiere una adecuada cooperación del paciente para que sea confiable. Se realiza en pacientes mayores de 4 años, se evalúa cada oído por separado, con unos audífonos, se debe realizar en una cabina a prueba de sonido y se inicia con frecuencias de 125 Hz hasta 6000-8000 Hz. Es una prueba subjetiva, ya que los resultados que obtenemos son proporcionados bajo la subjetividad del paciente explorado y, por lo tanto, dependemos por completo de su colaboración. (García-Valdecasas Bernal, Cardenete-Muñoz, & Zenker-Castro, 2017)

#### **B. Utilidad**

Es el estudio “gold standard” para la evaluación de los pacientes mayores a 4 años con hipoacusia. Tiene como objetivo principal, establecer la presencia o no de hipoacusia; el segundo objetivo es la localización de la causa de la pérdida auditiva, es decir, si es una hipoacusia de conducción o de percepción, para lo cual se comparan los umbrales de la vía aérea y la vía ósea. Por último, la audiometría tiene como objetivo la cuantificación del grado de pérdida auditiva, mediante diferentes tipos de escalas, entre ellas, la de la OMS. (Manrique-Rodríguez & Marco-Algarra, 2014)

#### **1.4. APLICACIONES MÓVILES**

La realización de la audiometría tonal está limitada por el alto costo del equipo, falta de control del ruido ambiental, requerimiento de personal capacitado para su realización, etcétera. Es por eso que han surgido diferentes herramientas como las aplicaciones móviles automatizadas, la audiometría sin cabina, entre otras; con las cuales se busca encontrar una solución de fácil acceso y bajo costo con la cual poder realizar al menos un cribado de la población y de esta manera hacer una detección oportuna de aquellos pacientes que requieran una evaluación más profunda con otras pruebas diagnósticas más específicas. (Bright & Pallawela , 2016)

Las aplicaciones móviles surgen para la realización de audiometrías, con el fin de la detección temprana de hipoacusia, así como el seguimiento de los pacientes. La OMS cuenta con su propia aplicación llamada HearWHO que está validada como prueba de screening de hipoacusia y cuenta con versiones para Android y iOS, sin embargo, no se encuentra disponible en nuestro país. Unitron es una empresa encargada de la realización de auxiliares auditivos en Canadá, y desarrolló una aplicación llamada UHear, la cual permite realizar una audiometría automatizada, con el fin de identificar a la población en riesgo, para su pronto diagnóstico y seguimiento clínico. La aplicación es compatible con el sistema operativo iOS y no tiene costo para su descarga, por lo que es una gran candidata para ser usado como prueba de tamizaje en la detección y seguimiento de la hipoacusia. (Ong, Lam, OOI, & al, 2022)

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La Hipoacusia es uno de los principales motivos de consulta programada y de urgencias en adultos en el Servicio de Otorrinolaringología en el Hospital Juárez de México. El estudio “gold estándar” para su evaluación es la realización de una audiometría tonal, sin embargo, la limitada disponibilidad de horarios y personal calificado, la saturación de la consulta especializada, la cantidad de tiempo empleada para realizar esta prueba, así como los costos de la misma, dificultan o retrasan el diagnóstico y seguimiento de los pacientes.

Actualmente, con la innovación tecnológica, existen diferentes aplicaciones móviles que son de bajo costo, fáciles de usar y automatizadas para la evaluación de pacientes con hipoacusia, que pueden ser útiles como herramienta de apoyo en el seguimiento y detección de los pacientes con hipoacusia, sin embargo, su eficacia aún está sujeta a comprobación científica. Por lo que se sugiere realizar un estudio comparativo entre los resultados obtenidos por la aplicación uHear y el “gold standard”: la audiometría tonal en cabina sonoamortiguada, para valorar la eficacia de la aplicación para el seguimiento y detección de los pacientes con hipoacusia.



### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿La eficacia de la audiometría con la aplicación “UHear” es semejante a la realizada en una audiometría tonal para la valoración de la audición en la población adulta?

#### **4. HIPÓTESIS**

**Hi:** Los resultados obtenidos con la aplicación “UHear” son iguales a los obtenidos con una audiometría tonal.

**Ho:** Los resultados obtenidos con la aplicación “UHear” son diferentes a los obtenidos con una audiometría tonal.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la eficacia de la audiometría realizada con la aplicación “UHear” en comparación con la audiometría tonal para la valoración de la audición en la población adulta del Hospital Juárez de México.

### **5.2. OBJETIVOS PARTICULARES:**

Conocer la eficacia de la audiometría con la aplicación “UHear” para el diagnóstico de hipoacusia en comparación con la audiometría tonal en la población adulta del Hospital Juárez de México.

Conocer la concordancia de la aplicación “UHear” según los grados de hipoacusia de la OMS con la Audiometría tonal de cada oído estudiado en la población adulta del Hospital Juárez de México.

Conocer la concordancia de la aplicación “UHear” según la frecuencia estudiada (500, 1000, 2000 y 4000 Hz) con la Audiometría tonal de cada oído estudiado en la población adulta del Hospital Juárez de México.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se trata de un estudio observacional, transversal de pruebas diagnósticas.

### **6.2. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN**

Pacientes que acudieron a la consulta de Otorrinolaringología y Cirugía Cabeza y Cuello de Hospital Juárez de México mayores de 18 años.

### **6.3. UNIDAD DE ESTUDIO**

Paciente que acudió a la consulta, sin importar la causa, al que se le hubiera realizado una audiometría tonal en los últimos 6 meses previos a la consulta. Se consideró como unidad de estudio cada oído evaluado.

### **6.4. LIMITE DE TIEMPO**

Entre los meses de enero y marzo de 2023.

### **6.5. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó el programa estadístico EPIDAT ver 3. Utilizando la fórmula para proporción, con una  $N=400$  (se considera que el 30% de los pacientes que acuden a la consulta de Otorrinolaringología cuentan con audiometría). Con una confianza del 95%, una proporción esperada del 25%, una precisión del 8%. Se obtuvieron 44 individuos, con los cuales se tendrá 88 unidades de estudio.

## **6.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes que aceptaron participar en el proyecto de investigación.
- Personas mayores de 18 años.
- Ambos sexos (femenino o masculino).
- Presentan cualquier tipo de hipoacusia.
- Presentan normoacusia o cualquier grado de hipoacusia.
- Contaran con audiometría tonal realizada en cabina sonoamortiguada hace 6 meses o menos de la consulta de valoración.

### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes que no aceptaron participar en el proyecto de investigación.
- Personas menores de 18 años.
- Pacientes a quienes se haya realizado alguna intervención quirúrgica de oído desde la fecha de ultima audiometría.
- No cuentan con audiometría tonal realizada en cabina sonoamortiguada o esta se llevó a cabo hace más de 6 meses de la consulta de valoración.
- Pacientes que se presenten con otorrea u otorragia al momento de la evaluación.
- Pacientes que cuenten con una audiometría realizada en una institución diferente al Hospital Juárez de México.
- Presentan al momento de la consulta cambio en la audición desde la fecha de la última audiometría.

## 6.7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Tipo de Variable
Hipoacusia	De acuerdo con el resultado del estudio realizado se identifica la presencia de hipoacusia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si</li> <li>2. No</li> </ol>	Cualitativa nominal
Decibeles percibidos a diferente frecuencia	La mínima intensidad a la que el paciente ha respondido al menos dos veces en 500, 1000, 2000 y 4000 Hz en cada oído.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normoacusia</li> <li>2. Hipoacusia leve</li> <li>3. Hipoacusia moderada</li> <li>4. Hipoacusia de moderada a severa</li> <li>5. Hipoacusia severa</li> <li>6. Hipoacusia profunda</li> </ol>	Cualitativa ordinal
Sensibilidad auditiva en cada oído	El promedio de audición obtenido por la aplicación al final de realizar el test en cada oído	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normoacusia</li> <li>2. Hipoacusia leve</li> <li>3. Hipoacusia moderada</li> <li>4. Hipoacusia de moderada a severa:</li> <li>5. Hipoacusia severa</li> <li>6. Hipoacusia profunda</li> </ol>	Cualitativas ordinales

## Variables de control

Variable	Definición Operacional	Indicador	Tipo de Variable
Sexo (sexo)	Género	1. Hombre 2. Mujer	Cualitativo/ Nominal / Dicotómico
Edad (edad)	Edad en años cumplidos	Años	Cuantitativo/ Discreto
Tipo de Hipoacusia (Tipo. Hipo)		1. Conductiva 2. Sensorial 3. Mixta	Cualitativo / Nominal/ Politómico

## 6.8 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La audiometría tonal se realizó por el personal asignado al servicio de Audiología y Foniatría del Hospital Juárez de México, con el audiómetro con el que se cuenta: Interacustics AC40, número de serie 02300399. Previo a la realización de la audiometría tonal, se practicó una otoscopia, para verificar que sus conductos se encuentren libres y sin patología de los mismos. Si se comprobó la presencia de tapón de cerumen, inflamación o supuración del conducto y/u oído medio, no se realizó la prueba. Se colocó al paciente en una cabina insonorizada, se colocaron los auriculares que cubrieran los pabellones auriculares; la colocación atendió al código de colores: rojo oído derecho y azul oído izquierdo, y se dio un pulsador, se dieron las siguientes instrucciones: “usted va a escuchar unos sonidos, presione el pulsador cuando crea que oye el sonido, no importa que sea muy débil”. La determinación del umbral se realizó empezando por el oído mejor o más sano y la

primera frecuencia estudiada fue la de 1.000 Hz, seguida de las frecuencias más agudas, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz, y luego las más graves, 500, 250 y 125 Hz. Al sujeto se le solicitó pulsar el botón cuando percibió un sonido. Se inició con intensidades débiles que se van aumentando en rangos de 5 dB hasta obtener la respuesta del sujeto. El umbral tonal por vía aérea a una determinada frecuencia estaría definido por la mínima intensidad a la que el paciente pulsó el botón al menos dos veces de cuatro estímulos. Una vez estudiado el oído más sano, se exploró el otro oído. Los resultados se representaron en un audiograma, los resultados se anotaron utilizando símbolos estandarizados círculo rojo para vía aérea derecha, cruz azul para vía aérea izquierda. En las abscisas se colocaron las frecuencias de 125 a 8.000 Hz y en las ordenadas, en sentido descendente, se anotaron las pérdidas en dB en relación al eje 0 que representa el umbral normal, estos se unen obteniendo una línea de trazado continuo.

La audiometría mediante la aplicación uHear fue realizada por los investigadores la Dra. María Del Carmen del Ángel Lara o la Dra. Stefania Medellín Lacedelli, durante la consulta de los pacientes; se identificó todas las personas que cumplan los criterios de inclusión, posteriormente se corroboró la presencia en el expediente de una Audiometría tonal previa que tuviera menos de 6 meses de antigüedad, realizada por el área de Audiología y Foniatría del Hospital Juárez de México. Se explicó el procedimiento al paciente, y se firmó el consentimiento informado. Se realizó estudio en el consultorio; se colocaron audífonos con cancelación de sonido sobre los pabellones auriculares siguiendo el código derecho e izquierdo, posteriormente se conectaron los audífonos con el celular y se abrió la aplicación uHear, se seleccionó la opción: "Test your Hearing", posteriormente se seleccionó la opción: "Hearing sensitivity", y la opción "Next", se seleccionó la opción de los audífonos de diadema, se selecciona la opción "Next"; posteriormente se realizó un análisis del ruido ambiental, y al terminar se inició la prueba. Se otorgará el teléfono a los pacientes y se les dio la indicación: "usted va a escuchar unos sonidos, presione el botón "Heard it" cuando crea que oye el sonido, no importa que sea muy débil". Cuando el paciente comprendió la indicación, presionó el botón de "Start", la aplicación mandó sonidos en tonos aleatorios hacia un oído u otro, de manera que



se completaron 5 tonos para cada oído, al terminar la prueba se seleccionó la opción "Save Test". Se introdujo el expediente del paciente a quien se realizó la prueba y nuevamente se selecciona la opción "Save". La aplicación arrojó un Audiograma, los resultados se apuntaron utilizando símbolos estandarizados universalmente, (oído izquierdo "x" y oído derecho "o"). En las abscisas se colocan las frecuencias de 500 a 6,000 Hz y en las ordenadas, en sentido descendente, se anotan las pérdidas en dB en relación de acuerdo a escala de hipoacusia de la OMS: Normoacusia, Hipoacusia leve, Hipoacusia moderada, Hipoacusia de moderada a severa, Hipoacusia severa e Hipoacusia profunda. Al final, la aplicación arroja un resumen de los resultados señalando el grado de hipoacusia en cada oído.

Los datos se recabaron por los investigadores principales en un formato elaborado para la recolección de las variables, donde se identificó nombre, fecha de nacimiento, expediente, edad, se transcribió el resultado obtenido en la audiometría tonal en las frecuencias que coincidan con las evaluadas por la aplicación: 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. Se describió el tipo de hipoacusia y grado de hipoacusia. Así mismo se transcribieron los resultados obtenidos en la aplicación "uHear", en las mismas frecuencias y el resultado total de sensibilidad auditiva arrojado por la aplicación en cada oído. (Anexo 1). Por último, se elaboró una hoja de Excel codificada como base de datos específica con las variables mencionadas.

## **7. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD**

El tratamiento de sus datos personales de identificación y datos personales sensibles, se realiza con fundamento en lo establecido en el artículo 1, 2 fracción V y VI, 3, 8, 16, 17, 18, fracción VII del 22, 26, 27 y demás relativos de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados; 1 del Decreto por el que se crea el Hospital Juárez de México, como un Organismo Descentralizado de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 26 de enero de 2006; 1, 2 fracción I y 3 fracción I, II, III del Estatuto Orgánico del Hospital Juárez de México, publicado en el Diario Oficial de la Federación 17 de octubre de 2016. Los procedimientos se apegan a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud y a la Declaración de Helsinki y sus enmiendas. El consentimiento informado, va de acuerdo a las intervenciones que se realizaron, y se explicaron ampliamente los objetivos, los riesgos y los beneficios del estudio, así como se aclararon todas las dudas que se tuvieran al respecto.

En todo momento se preservó la confidencialidad de la información de los participantes, ni las bases de datos ni las hojas de colección contienen información que pudiera ayudar a identificarlas, dicha información es conservada en registro aparte por el investigador principal bajo llave, de igual forma al difundir los resultados de ninguna manera se expone información que pudiera ayudar a identificar a las participantes.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, artículo 17, el riesgo de esta investigación es de riesgo mínimo ya que la audiometría tonal se realiza de manera cotidiana con fines meramente asistenciales, los cuales son: sensación de oído tapado, dolor en los pabellones auriculares, en muy raras ocasiones, y los de la audiometría con la aplicación “uHear” son los mismos.

## 8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los datos recolectados se organizaron en una base de datos en Excel. Se utilizó el software EPIInfo ver 7.2.5. Se realizó un análisis descriptivo utilizando frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas, mientras que la edad (una variable cuantitativa discreta) se describió con mediana y rango intercuartil (RIC) debido a que ésta no se distribuyó de manera normal de acuerdo con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (valor  $p < 0.01$ ). Para el cálculo de la eficacia de la aplicación “UHear” se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y valor predictivo positivo utilizando el software EPIDAT 3.5. Para la medición de la concordancia se calculó el índice de Kappa.

Se obtuvieron un total de 46 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y aceptaron la realización del procedimiento. De la población estudiada se encontraron 21 hombres y 25 mujeres. El rango de edad fue de 18 a 78 años. La mediana de edad fue de 33 años (RIC=28). En total se evaluaron 92 oídos de los cuales se encontró 54 con audición normal, y 38 oídos con algún tipo de hipoacusia (Gráfico 1), de los cuales 13 oídos tenían hipoacusia de tipo conductiva y 25 con hipoacusia tipo sensorial. (Gráfico 2)

La sensibilidad obtenida al realizar una audiometría con la aplicación “uHear” fue del 92.31%, la especificidad fue del 12.12%, el valor predictivo positivo (VPP) fue de 29.27% y el valor predictivo negativo fue del 80%.

La capacidad de la aplicación “UHear” para identificar los verdaderos casos de hipoacusia (sensibilidad) fue del 92.31%. La capacidad del “UHear” para identificar los verdaderos casos negativos es decir los pacientes sanos (especificidad) fue del 12.12%. En lo que respecta a los valores predictivos, los resultados arrojaron que existe un 29.27 % de probabilidad de que los sujetos detectados como hipoacúsicos mediante la aplicación “uHear”, sean realmente hipoacúsicos (VPP). Así mismo, hay una probabilidad del 80% de que los sujetos clasificados como sanos mediante la aplicación “uHear” realmente no presenten hipoacusia (VPN) (ver tabla 1).

Para evaluar la concordancia entre la aplicación móvil uHear y la Audiometría tonal de forma general y por cada frecuencia estudiada (i.e., 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz) se empleó el índice de Kappa de Cohen. Para la frecuencia de 500 Hz el porcentaje de acuerdo entre ambas pruebas fue 14.79%, por lo que los resultados de 13 pacientes de los 91 evaluados concordaron con los resultados obtenidos en ambas pruebas y dicha concordancia no es debida al azar; además, el coeficiente de Kappa fue del 0.14 el cual es indicativo de una concordancia leve.

Para la frecuencia de 1000 Hz el porcentaje de acuerdos observados más allá del azar fue del 16.49%, por lo que los resultados 15 de los 91 pacientes evaluados concordaron en ambas pruebas. El valor del índice de Kappa fue de 0.15, lo cual es sugerente de una concordancia leve.

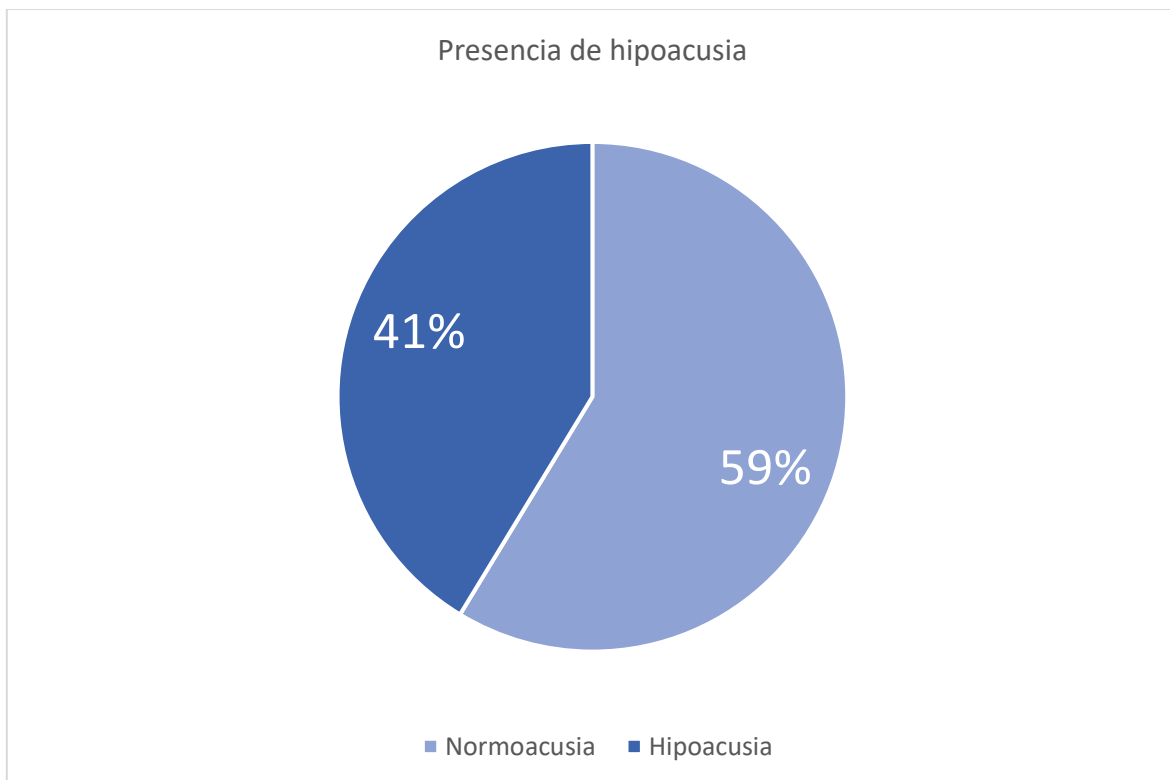
En lo que respecta a la frecuencia de 2000 Hz, el porcentaje de acuerdo fue de 23.83%, de tal modo que los resultados de 22 pacientes de los 91 evaluados coincidieron en ambas pruebas. El valor del índice de Kappa fue de 0.23 lo que es indicativo de una concordancia aceptable.

Para la frecuencia de 4000 Hz el porcentaje de acuerdo fue 23.53%, por lo que los hallazgos de 21 pacientes de los 91 evaluados coincidieron en ambas pruebas, el valor del índice de Kappa fue 0.22 lo que es indicativo de una concordancia aceptable.

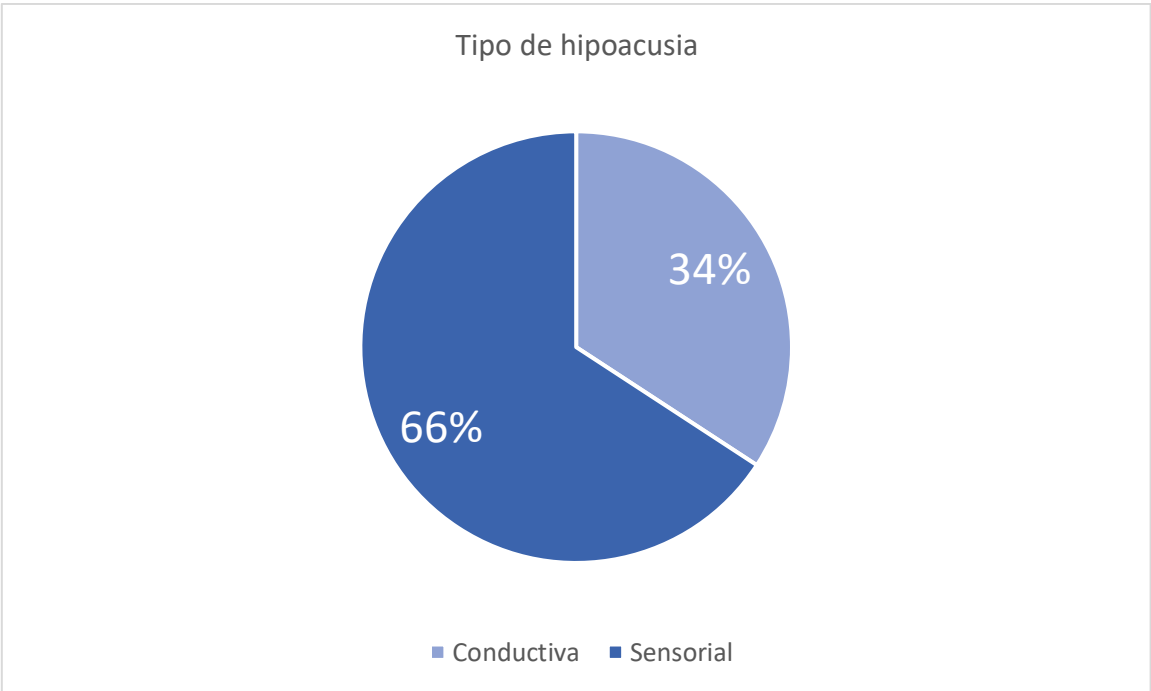
En general la concordancia de la PTA entre la audiometría realizada por “uHear” y la audiometría tonal en cabina fue de 18.68%. (Gráfico 3)

		Gold Standard (Audiometría atonal)					
		Con hipoacusia	Sin hipoacusia	S	E	VPP	VPN
UHear	Con hipoacusia			92.3	12.2	29.2	80.0
	Sin hipoacusia						

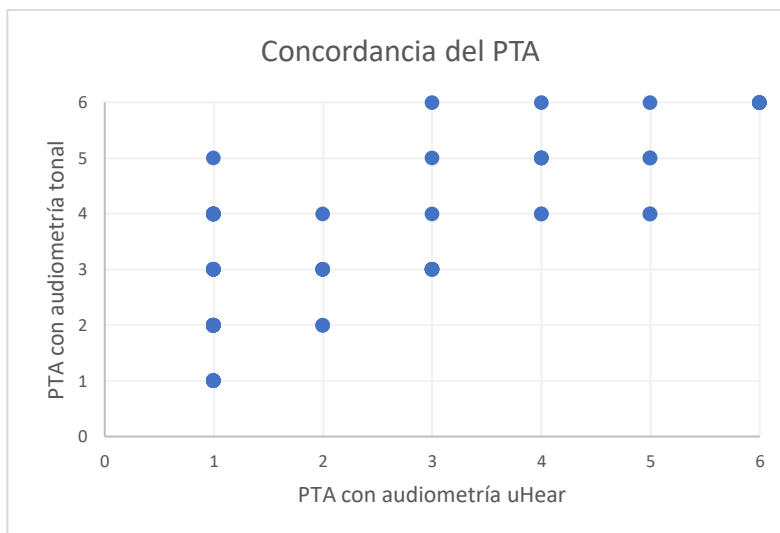
**Tabla 1. Tabla de contingencia**



**Gráfico 1. Porcentaje de oídos con normoacusia y con algún tipo de hipoacusia.**



**Gráfico 2. Tipo de hipoacusia.**



**Gráfico 3. Gráfico de dispersión que muestra que no existe ninguna correlación del PTA entre la audiometría tonal y aquella realizada con la aplicación uHear.**

## 9. DISCUSIÓN

En la era tecnológica que estamos viviendo hoy en día se han desarrollado múltiples aplicaciones para el apoyo de la práctica clínica en medicina. En cuanto al tema de la evaluación audiométrica de los pacientes en un artículo de revisión se dividieron las aplicaciones móviles para evaluar la audición en cuatro categorías: 1) tamizaje y evaluación, 2) intervención y rehabilitación, 3) educación e información y 4) herramientas diagnósticas, la aplicación “uHear” entraría en la primera categoría, principalmente como prueba de tamizaje debido a su baja especificidad y alta sensibilidad. (Ziteli & Mormer, 2020).

Se han evaluado a lo largo del tiempo diferentes aplicaciones que se han diseñado con el objetivo de realizar una audiometría tonal de manera automatizada, en 2015 se encontraron 30 aplicaciones en la tienda de aplicaciones de Android y iOS para evaluar la audición; y se encontraron solamente 6 que tuvieran estudios para ser validadas: uHear, shoeBOX, AudCal, EAR Trumpet y CellScope para iOS y HearScreen para Android. De todas las aplicaciones uHear fue la única gratuita y la que contaba con un mayor número de estudios comparándola con una audiometría tonal para ser validada y además disponible en México. (Bright & Pallawela , 2016).

La población que se estudió en este trabajo se encontraba entre los 18 y los 75 años, nos percatamos que para los pacientes de mayor edad y menor nivel sociocultural fue más difícil explicar de manera adecuada de la realización de la prueba, por lo que los resultados de éstos pacientes pueden no ser del todo confiables, sin embargo, en Brasil se realizó un estudio donde se estimó la reproductibilidad de la audiometría con la aplicación uHear en cabina sonorizada mediante dos métodos una realizada por el paciente y otra realizada por un operador. Se encontró con ambos métodos se tiene una adecuada reproductibilidad mayor al 75%, con una diferencia de 5 dB y del 80% con 10 dB. (Santana-Da Cunha & Silva-Lopez, 2022).



La audiometría con la aplicación “uHEar” de nuestros pacientes fue realizada en un consultorio, en relativo silencio, donde siempre al inicio de cada prueba se realizó el test por la misma aplicación donde mide el nivel adecuado de ruido ambiente para realizar la prueba en general se recomienda que haya un ruido máximo de 40dBa. (Bright & Pallawela , 2016). Nuestro estudio fue realizado con unos audífonos supra-aurales que contaban con cancelación activa de sonido, a pesar de ello, los pacientes referían aún percibir algunos sonidos exteriores que fungían como factor distractor en la prueba. En un artículo se valoraron los umbrales auditivos en diferentes frecuencias y con diferentes audífonos: intra-aurales, supra-aurales y circum-aurales. Se encontró que los audífonos intra-aurales son los que tuvieron una mayor sensibilidad 90-100% y una especificidad del 88-100%, sin encontrar una diferencia estadísticamente significativa con la audiometría tonal ( $p=0.002$ ) utilizando la aplicación uHear. Y para los audífonos supra-aurales y circum-aurales se sobreestimó la presencia de hipoacusia con la aplicación “uHear”, teniendo una especificidad del 33-93% y 55-86% respectivamente, con una precisión entre frecuencias de entre 6.5 y 25% con éste tipo de audífonos se encontró una mayor precisión con frecuencias más altas: 2 y 4 kHz. (Barczik & Serranos , 2018).

En el presente estudio se encontró una alta sensibilidad para detectar el PTA del 92.31% de la audiometría realizada con la aplicación “uHear” lo cual concuerda con muchos estudios que se han realizado para valorar ésta aplicación. Zhen-Ting et al valoraron pacientes en el mismo rango de edad con una audiometría tonal y por “uHear” en consultorio con lo que encontraron una sensibilidad para el sistema OMS fue del 96.77% y con el OMS+ que toma en cuenta también la frecuencia de 6kHz fue de 99.34%. (Zhen-Ting, Lam , Watcharasupat , & Wong , 2022); por su parte Bunnag et. al. realizaron un estudio comparando la audiometría con la aplicación “uHear” en cabina versus en consultorio y encontraron una sensibilidad del 37%. en consultorio y del 94.7% en cabina. (Bunnag & Kaewsalbrusi, 2023).

En cuanto a la especificidad del PTA se encontró una muy baja especificidad en nuestro estudio del 12.2%. En otros estudios similares, compararon con el sistema de la OMS y también con el sistema de la OMS+ el cual difiere en que incluye la

frecuencia de 6 kHz para calcular el umbral auditivo, con esto se encontró que hay una mayor especificidad al utilizar el cálculo con el sistema OMS+ (81.82%) contra el sistema OMS (62.50%), sin embargo, se encontró una baja especificidad con la aplicación para graduar la hipoacusia. (Zhen-Ting, Lam , Watcharasupat , & Wong , 2022). Así mismo Yesantharo et.al encontraron una especificidad del 78% con la audiometría realizada por "uHear". (Yesantharo , Donahue , & Smith , 2022). Sin embargo difiere de lo encontrado en otros estudios similares, donde se encontró una especificidad del 90.7% en cabina y del 100% en consultorio. (Bunnag & Kaewsalbrusi, 2023)

En cuanto a la concordancia por frecuencias, nosotros solo la encontramos entre 14.79% y el 23.83%, con una menor concordancia en las frecuencias más graves lo cual va de acuerdo con lo reportado, ya que en varios artículos se ha encontrado una diferencia estadísticamente significativa en cada frecuencia, a excepción de los 6 kHz. Se encontró una mayor diferencia entre las frecuencias de 1 y 4 kHz. (Zhen-Ting, Lam , Watcharasupat , & Wong , 2022). Se encontró una sensibilidad en cabina de 82.5-98.9% para todas las frecuencias y en un consultorio solamente se encontró una sensibilidad del 97% solamente para las frecuencias de 4 y 6 kHz. (Bunnag & Kaewsalbrusi, 2023) En otro artículo se reportó que la aplicación "uHear" sobreestima la presencia de hipoacusia en 500 y 1000 Hz y la subestimó en las frecuencias de 6 kHz. (Yesantharo , Donahue , & Smith , 2022).

Se han probado diferentes (Kelly , Stadler , & Nelson, 2018) aplicaciones, en un estudio compararon el audiograma obtenido mediante una audiometría tonal con una realizada mediante una de tres aplicaciones para realizar audiometrías: EarTrumpet, Audiograma Mobile, Hearing Test With Audiogram. La aplicación más fidedigna fue EarTrumpet, con una concordancia del 92% en cada frecuencia estudiada, con una variación de +/- 10dB, que es lo esperado encontrar entre dos audiometrías tonales. Se encontró una sensibilidad de 96-100% y una especificidad del 72-83%, para EarTrumpet, una sensibilidad del 85-87% y especificidad de 92-95% para Audiogram Mobile y una sensibilidad 87-89% y especificidad del 69% para la aplicación Hearing Test. (Kelly , Stadler , & Nelson, 2018). Por lo que podemos

asumir que en cuanto a la sensibilidad muchas aplicaciones pueden ser útiles como medio de tamizaje para la detección de hipoacusia, sin embargo "uHear" se encuentra por debajo del resto en cuanto a su especificidad, por lo que siempre se requerirá de una audiometría tonal para el correcto diagnóstico y clasificación de las hipoacusias.

Se puede encontrar cierta utilidad para la aplicación uHear en ciertas patologías específicas, por ejemplo: se realizó un estudio donde se realizó una audiometría con "uHear" en pacientes clínicamente compatibles con hipoacusia súbita que contaban con una audiometría tonal que lo confirmaba, los resultados se compararon utilizando el criterio de una pérdida de al menos 30 dB en tres frecuencias consecutivas con una sensibilidad del 76% y una especificidad del 91%, y en dos frecuencias consecutivas una sensibilidad del 96% y especificidad del 86%; con una mayor precisión en los tonos medios y agudos. Por lo que se sugiere puede ser un test inicial para ayudar a decidir si se inicia el tratamiento en lo que se realiza una audiometría tonal para confirmar el diagnóstico. (Hand-EI, Ben-Ari, Priel, & Cohen, 2013).

## **10. CONCLUSIONES.**

La audiometría realizada con la aplicación uHear tiene una alta sensibilidad para la detección de hipoacusias, sin embargo, carece de especificidad. Así mismo, en cuanto a la concordancia obtenida fue muy baja por lo que en general su utilidad es solamente como una prueba de tamizaje para la detección de hipoacusia, pero sin ser útil para determinar el grado de hipoacusia de cada paciente.

La audiometría obtenida con la aplicación uHear tiene una alta variabilidad, debido a la presencia de ruido ambiente durante su ejecución, por lo que se recomienda realizar en lugares muy silenciosos. Se identificó que la edad y el estrato sociocultural de los pacientes son factores de gran importancia para la realización de la prueba, ya que las personas de mayor edad y menor nivel educativo tuvieron problemas para la utilización de la aplicación de manera correcta. En estos casos, se sugiere realizar la prueba asistida por el operador, de tal forma que cada que se escuche un estímulo el paciente levante la mano y el operador registre la respuesta en la aplicación.

Se puede concluir que la eficacia de la audiometría con la aplicación uHear no es semejante a la realizada con un audiómetro para la valoración de la audición, por lo que debe limitarse su uso a situaciones donde no se cuenta con acceso a un audiómetro y se quiere detectar si el paciente tiene o no hipoacusia, para poder derivarlo de manera oportuna para la realización de una audiometría tonal en una cabina sonorizada.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Chadha , S., Kamenov , K., & Cieza , A. (Abril de 2021). The world report on Hearing, 2021. *Bulletin of The World Health Organization*, 4(99), 242-242A.

Barczik, J., & Serranos , Y. (2018). Accuracy of Smartphone Self-Hearing Test Applications Across Frequencies and Earphone Styles in Adults. *American Journal of Audiology*, 1(11), 1-11.

Bright, T., & Pallawela , D. (2016). Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments:A Review. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 3(2), e13.

Bunnag, K., & Kaewsalbrusi, W. (2023). A study on the IOS application “uHear” as a screening tool for hearing loss in Bangkok. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 253-261.

Díaz , C., Goycoolea , M., & Cardemil , F. (2016). Hipoacusia: trascendencia, incidencia y prevalencia. *Revista Médica Clínica Las Condesa*, 27(6), 731-739.

Flint, P. W. (2020). *Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery*. USA: Elsevier.

Garcia-Valdecasas Bernal, J., Cardenete-Muñoz, G., & Zenker-Castro, F. (2017). Guía de Práctica Clínica de Audiometría Tonal por Vía Aérea y Ósea con y sin Enmascaramiento. *Auditio*, 4(3), 43-54.

Goycolea, M. (2016). INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA GENERAL DE LA HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL. *Revista Médica Clínica Condesa*, 721-730.

Hand-El, O., Ben-Ari, O., Priel, M., & Cohen, J. (2013). Smartphone-Based Hearing Test as an Aid in the Initial Evaluation of Unilateral Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Journal of Audiology & Neurotology*, 201-207.

Hernandez-Zamora, E. P. (2015). La vía auditiva: Niveles de integración de la información y principales neurotransmisores. *Gaceta Médica de México*, 450-460.

Kelly , E., Stadler , M., & Nelson, S. (2018). Tablet-based Screening for Hearing Loss: Feasibility of Testing in Nonspecialty Locations. *Otol Neurotol*, 1-7.

Keidel W, K. S. (1983). *The Physiological Basis of Hearing*. New York, USA: Thieme-Stratton Inc.

Manrique-Rodriguez, M., & Marco-Algarra, J. (2014). Audiología. *Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2014* (págs. 89-95). Madrid: SEORL.

Merino, M., & Muñoz-Repiso , L. (junio de 2013). La percepción acústica: Física de la Audición. *Revista de Ciencias*, 2, 19-26.

Ong, Z., Lam, B., OOI, K., & al, e. (2022). Do uHear? Validation of uHear App for Preliminary Screening of Hearing Ability in Soundscape Studies. *24th International Congress on Acoustics* (págs. 1-7). Gyeongju, Korea Do: International Congress on Acoustics.

Organización Mundial de la Salud. (12 de 08 de 2022). OMS. Obtenido de OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

Sanchez-Terradillos, E., Perez-Saez, J., & Gil-Carce , E. (2002). *Libro virtual de formación en ORL*. España: SEORL.

Santana-Da Cunha, M., & Silva-Lopez, M. (2022). Hearing screening using the uHear™ smartphone-based app: reproducibility of results from two response modes. *CoDAS*, 35(2), 1-5.

Yesantharo , L., Donahue , M., & Smith , A. (2022). Virtual audiometric testing using smartphone mobile applications to detect hearing loss. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 2002-2010.

Zhen-Ting, O., Lam , B., Watcharasupat , K., & Wong , T. (2022). Do uHear? Validation of uHear App for Preliminary Screening of Hearing Ability in Soundscape Studies. *Proceedings 24th International Congress on Acoustics* (págs. 1-15). Seul: International Congress on Acoustics .

Ziteli, L., & Mormer, E. (2020). Smartphones and Hearing Loss: There's an App for That! *Semin Hear*, 41(4), 266-276.

## 12. ANEXOS

### Anexo 1. Formato de Recolección de datos

SECRETARÍA DE SALUD  
HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO  
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: REGISTRADO CON  
NÚMERO HJM 079/22-R

FICHA IDENTIFICACIÓN

Nombre		Expediente	
Edad		Fecha de nacimiento	

AUDIOMETRÍA EN CABINA FECHA

OÍDO DERECHO

Frecuencia	Código
500 Hz	
1000 Hz	
2000 Hz	
4000 Hz	

TIPO DE HIPOACUSIA:

GRADO SEGÚN PTA:

OÍDO IZQUIERDO

Frecuencia	Código
500 Hz	
1000 Hz	
2000 Hz	
4000 Hz	

TIPO DE HIPOACUSIA:

GRADO SEGÚN PTA:

AUDIOMETRÍA CON APLICACIÓN UHEAR FECHA:

OÍDO DERECHO

Frecuencia	Código
500 Hz	
1000 Hz	
2000 Hz	
4000 Hz	

SENSIBILIDAD AUDITIVA:

OÍDO IZQUIERDO

Frecuencia	Código
500 Hz	
1000 Hz	
2000 Hz	
4000 Hz	

SENSIBILIDAD AUDITIVA:

CLASIFICACIÓN DE HIPOACUSIA SEGÚN LA OMS

GRADO	DECIBELES	Código
Normoacusia	20 dB	1
Hipoacusia leve	20-35 dB	2
Hipoacusia moderada	35-50 dB	3
Hipoacusia moderada a severa	50-65 dB	4
Hipoacusia severa	65-80 dB	5
Hipoacusia profunda	80-95 dB	6



Ciudad de México, a 16 de marzo de 2023  
No. de Oficio: CI/062/2023  
Asunto: **Carta de Aceptación**

**DRA. STEFANIA MEDELLÍN LACEDELLI**  
Médico Residente

Presente

En relación al Trabajo Monográfico de Actualización titulado **EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE AUDIOMETRÍA "UHEAR" PARA LA VALORACIÓN DE HIPOACUSIA EN LA POBLACIÓN ADULTA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO ESTUDIO COMPARATIVO** con número de registro **HJM 079/22-R**, bajo la dirección de la DRA. MARÍA DEL CARMEN DEL ANGEL LARA, fue evaluado por el Subcomité para Protocolos de Tesis de Especialidades Médicas, quienes dictaminan:


**"ACEPTADO"**

A partir de esta fecha queda autorizado y podrá dar inicio al protocolo. La vigencia para la culminación del proyecto es de un año el 16 de marzo 2024.

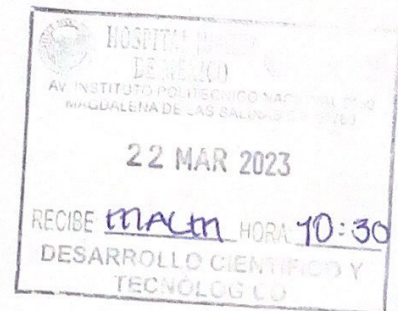
Le informo también que los pacientes que ingresen al estudio, solamente serán responsables de los costos de los estudios necesarios y habituales para su padecimiento, por lo que cualquier gasto adicional que sea necesario para el desarrollo de su proyecto deberá contar con los recursos necesarios para cubrir los costos adicionales generados por el mismo.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

**Atentamente**



**Dr. Juan Manuel Bello López**  
Presidente del Comité de Investigación  
Hospital Juárez de México  
JMBL/NGV/MALM

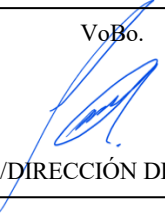




**Lista de Cotejo de Validación de Tesis de Especialidades Médicas**

<b>Fecha</b>	11	julio	2023
	día	mes	año

<b>INFORMACIÓN GENERAL</b> (Para ser llenada por el área de Posgrado)					
<b>No. de Registro del área de protocolos</b>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	Número de Registro	HJM 079/22-R
<b>Título del Proyecto</b> EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE AUDIOMETRÍA "UHEAR" PARA LA VALORACIÓN DE LA AUDICIÓN EN LA POBLACIÓN ADULTA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO					
<b>Nombre Residente</b>	STEFANIA MEDELLÍN LACEDELLI				
<b>Director de tesis</b>	DRA. MARÍA DEL CARMEN DEL ANGEL LARA				
<b>Director de tesis metodológico</b>	DRA. VERÓNICA FERNÁNDEZ SÁNCHEZ				
<b>Ciclo escolar que pertenece</b>	2023	<b>Especialidad</b>	OTORRINOLARINGOLOGÍA		
<b>INFORMACIÓN SOBRE PROTOCOLO/TESIS</b> (Para ser validado por la División de Investigación/SURPROTEM)					
<b>VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>PLAGIUS</b>		<b>PORCENTAJE</b>	8%
<b>COINCIDE TÍTULO DE PROYECTO CON TESIS</b>		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>COINCIDEN OBJETIVOS PLANTEADOS CON LOS REALIZADOS</b>		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>RESPONDE PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>RESULTADOS DE ACUERDO CON ANÁLISIS PLANTEADO</b>		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>CONCLUSIONES RESPONDEN PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>PRETENDE PUBLICAR SUS RESULTADOS</b>		SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>VALIDACIÓN</b> (Para ser llenada por el área de Posgrado)					
<b>Si</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Comentarios:</b>			
<b>No</b>		Tesis validada para continuar con su proceso de titulación en Enseñanza.			

VoBo.  
  
SURPROTEM/DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN