

**APROXIMACIÓN EN EL MANEJO AUDIOLÓGICO PARA LA INTERVENCIÓN DE LA  
HIPOACUSIA OCULTA. UNA REVISIÓN NARRATIVA**



**AUTORES**

**VANESSA CEBALLOS DOMÍNGUEZ**

**KELLY SOLEDAD RAMÍREZ BERMÚDEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA**

**FACULTAD DE SALUD**

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGÍA**

**BOGOTÁ D.C**

**OCTUBRE 2 2022**

**APROXIMACIÓN EN EL MANEJO AUDIOLÓGICO PARA LA INTERVENCIÓN DE LA  
HIPOACUSIA OCULTA. UNA REVISIÓN NARRATIVA**



**AUTORES**

**VANESSA CEBALLOS DOMÍNGUEZ**

**KELLY SOLEDAD RAMÍREZ BERMÚDEZ**

**DOCENTE ASESOR**

**SAIDA MELISA CARMONA CORTÉS**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA**

**FACULTAD DE SALUD**

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGÍA**

**BOGOTÁ D.C**

**OCTUBRE 2 2022**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>1. CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>6</b>
1.1. Problema de investigación .....	6
1.2. Objetivos .....	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos .....	7
1.3. Antecedentes y justificación.....	7
<b>2. CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>10</b>
2.1. Marco teórico y conceptual.....	10
2.1.1. Proceso fisiológico de la audición .....	10
2.1.2. Sinapsis coclear .....	11
2.1.2.1. Proteínas que participan en la sinapsis coclear.....	16
2.1.3. Factores que afectan la audición.....	17
2.1.4. Comprensión auditiva .....	18
2.1.5. Hipoacusia oculta .....	19
2.1.6. Sinaptopatía coclear.....	20
2.1.7. Pruebas diagnósticas.....	22
2.1.8. Hipoacusia oculta vs. Desorden de Procesamiento auditivo central.....	24
2.1.9. Enfoques de intervención .....	25
2.1.10. Estrategias de intervención .....	26
<b>3. CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>27</b>
3.1. Tipo de estudio.....	27
3.2. Unidad de análisis .....	28
3.3. Procedimientos.....	29
3.4. Técnicas para la recolección de información.....	34
3.5. Técnicas para el análisis de la información.....	35
3.6. Consideraciones éticas.....	35
<b>4. CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1. Indicadores generales de la literatura seleccionada.....	39

4.2.1.	Análisis de categoría objetivo de intervención .....	47
4.2.2.	Análisis de categoría enfoque de intervención .....	48
4.2.3.	Análisis de categoría estrategias de intervención .....	49
4.2.4.	Análisis de categoría tiempo de intervención .....	51
4.2.5.	Análisis de categoría efecto de intervención.....	52
5.	DISCUSIÓN.....	53
6.	CONCLUSIONES.....	58
7.	RECOMENDACIONES .....	60
8.	REFERENCIAS .....	61

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de búsqueda en bases de datos.

Tabla 2. Resumen – Indicadores generales de la literatura seleccionada.

Tabla 3. Resumen – Intervención.

Tabla 4. Resultados de objetivos de intervención.

Tabla 5. Resultados de enfoques de intervención.

Tabla 6. Resultados de estrategias de intervención.

Tabla 7. Resultados de tiempo de intervención.

Tabla 8. Resultados de efectos de intervención.

## INTRODUCCIÓN

La hipoacusia oculta ha sido estudiada de forma reciente a través de diversas investigaciones que han permitido describir su fisiopatología, la identificación de la sintomatología, el diagnóstico y el tratamiento, avanzando así en su conceptualización y comprensión.

Esta patología, también denominada sinaptopatía coclear, se ha entendido como el daño en la sinapsis coclear asociado a la exposición a ruido de forma prolongada y que ocasiona fallas en la comprensión del lenguaje, en entornos de ruido competitivo, pese a que los umbrales tonales de la persona, tras la evaluación, puedan estar en rangos de normalidad. Sin embargo, al tratarse de un término relativamente nuevo, la investigación está aún en el proceso de construcción de conocimiento y en esa línea, empieza a ser necesaria la identificación del proceso de intervención audiológica en esta patología, que atienda a las necesidades de las personas que la padecen.

Se propone entonces una revisión narrativa, en la que se logre la caracterización del manejo audiológico en la hipoacusia oculta, para de esta forma describir los enfoques y estrategias de intervención propuestos por diversos investigadores para dicha patología.

## 1. CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. Problema de investigación

Para el 2021 la Organización Mundial de la Salud establece que en el mundo 1500 millones de personas tiene algún grado de hipoacusia, estima que el 5% de la población padece pérdidas auditivas discapacitantes y un 95% presentan audición normal y pérdidas leves (OMS, 2021). Este 95% es el foco de población que puede llegar a tener dificultades en la comprensión del lenguaje y sugerir hipoacusias ocultas. Adicionalmente, Spankovich et al. (2018) citado por Kohrman et al. (2020) reportaron una prevalencia de 12 –15 % de hipoacusia oculta descrita por sujetos con dificultades a pesar de tener umbrales auditivos normales, lo anterior, teniendo en cuenta una población aleatoria seleccionada y encuestada.

Lo descrito estadísticamente, muestra la dimensión de la población susceptible a padecer hipoacusia oculta. Es importante analizar el impacto de esta patología, respecto a esto Pang et al, (2019) reportan que las dificultades están centradas en problemas de concentración y percepción de señales de habla en ruido, lo que lleva a la persona que presenta esta patología a evitar actividades familiares/sociales, llevándolo a la necesidad de mejorar habilidades en lectura labial, identificación de señales no verbales y disminuir la distancia de la fuente sonora.

Finalmente, teniendo en cuenta la relevancia de la patología y su impacto sociocomunicativo, es necesario revisar el tratamiento, identificando enfoques y estrategias para atender tal necesidad; hay quienes describen el uso de audífonos, terapia auditiva, software de entrenamientos, terapias genéticas, entre otros; sin embargo, es importante indagar de forma específica ¿cuál es el manejo audiológico

que se ha descrito en literatura registrada en bases de datos y literatura gris para la intervención de la hipoacusia oculta?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

-Describir el manejo audiológico para la intervención de la hipoacusia oculta a través de una revisión narrativa de publicaciones en bases de datos y literatura gris.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

-Identificar la evidencia disponible sobre el manejo audiológico para la intervención de la hipoacusia oculta a través de una búsqueda específica en diferentes bases de datos y literatura gris.

-Sintetizar el estado de conocimiento en cuanto al manejo audiológico de la hipoacusia oculta a través de estrategias de recolección y análisis de la información seleccionada.

-Precisar los enfoques y estrategias de intervención del manejo audiológico de la hipoacusia oculta reportados en artículos y publicaciones científicas en bases de datos y literatura gris.

## **1.3. Antecedentes y justificación**

La hipoacusia oculta ha sido recientemente estudiada como un cuadro audiológico que genera problemas en la comprensión del lenguaje, los investigadores han reportado este como un motivo frecuente en las consultas. Tremblay, Pinto, Fischer, Klein, Klein, Levy, Tweed y Cruickshanks (2015) han estimado que aproximadamente un 12% de

las personas que asisten a valoración con audición normal manifiestan dificultades para comprender en situaciones complejas; así mismo, Budak, Roberts, Grosh, Corfas, Booth, & Zochowski (2022) han reportado cómo algunas personas refieren dificultad para entender en entornos sociales concurridos refiriéndose a esto como el conocido “problema de los cócteles” (p.14) que se asocia con la pérdida auditiva oculta.

Múltiples autores han dirigido sus investigaciones a las causas específicas, en esa línea, Kohrman, Wan, Cassinotti, y Corfas (2020) la han definido como una afección a nivel coclear, causando dificultades significativas en la comprensión, principalmente en entornos ruidosos; este déficit lo han asociado a exposición a ruido, ototoxicidad, neuropatías periféricas y envejecimiento.

Estudios han comprobado cómo la exposición a ruido es un principal desencadenante de la patología, es así como Prendergast, Guest y Plack en 2015 reseñan las diferentes posturas frente al daño coclear progresivo presente en los animales tras la exposición a ruido constante, acelerando una degeneración gradual de las Células Ciliadas.

Ya identificados los primeros indicios asociados a la hipoacusia oculta, otros estudios se han enfocado en el diagnóstico. Investigadores liderados por Stéphane Maison en 2016, evaluaron estudiantes universitarios con exposición a ruido para identificar signos de hipoacusia oculta; lo anterior, mediante Otoemisiones Acústicas (OEA), Electrocoqueografía (ECoG), audiometría y logaudiometría con o sin ruido. La investigación evidenció que la exposición a ruido afecta la sinapsis del nervio coclear y lleva a déficits auditivos que ocasionan bajo rendimiento en situaciones auditivas difíciles en las personas, incluso con umbrales audiométricos normales.

En 2018, Barbee, James, Park, Smith, Johnson, Clifton y Danhauer en una revisión sistemática recomendaron la audiometría de 20 kHz, las OEA, la ECoG, los Potenciales Evocados Auditivos de tallo cerebral (PEA), las entrevistas y medidas de autoinforme como las pruebas que permiten detectar esta patología. Así mismo, en el 2021 Prateek y Prashanth, concluyen la importancia de las pruebas electrofisiológicas y pruebas comportamentales.

Siendo un diagnóstico que ha sido evidente en población con umbrales audiológicos normales y que ha causado dificultades en el desempeño comunicativo de la persona en sus entornos cotidianos, se han iniciado estudios con relación al tratamiento. Desde la perspectiva médica, Fernández, Watabe, Tong, Meng, Tani, Kujawa y Edge (2021) han propuesto el uso de fármacos Agonistas TrkB para la regeneración de sinapsis posterior a la sinaptopatía coclear por exposición a ruido.

Adicionalmente, se han encaminado estudios que plantean posibles estrategias, tales como cursos de atención, habilidades de lectura de labios, uso de audífonos y dispositivos (Pang, Beach, Gilliver y Yeend, 2019). Así mismo, se ha resaltado también cómo su manejo oportuno reduce la incidencia de deterioros cognitivos y la demencia (Kohrman, Wan, Cassinotti, y Corfas, 2020).

Estos hallazgos muestran el camino en el proceso de conceptualización y diagnóstico de la hipoacusia oculta y nos demuestran la importancia de continuar avanzando y profundizando en el tema del manejo audiológico de esta patología, recopilando la evidencia científica y aportando en minimizar los efectos de la hipoacusia oculta, así como su impacto a nivel comunicativo.

## **2. CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Marco teórico y conceptual**

Es importante mencionar que se aborda la terminología usada en la disciplina como punto de partida que sustenta la investigación. Se abordan de manera secuencial temáticas a partir del concepto general de hipoacusia oculta, involucrando en esta medida factores asociados a la patología y a la intervención audiológica. Teniendo en cuenta la investigación realizada por Harrison & Bielefeld en el 2019, donde recopila los planteamientos de múltiples autores, se considera que “La pérdida auditiva oculta es la manifestación fisiológica y conductual de la sinaptopatía de las Células Ciliadas Internas (CCI) y la sinapsis de la neurona del ganglio espiral (GE) y se ha documentado en varios modelos animales” (p.35).

#### **2.1.1. Proceso fisiológico de la audición**

La audición corresponde a uno de los sentidos que orienta a la persona en el espacio en que se encuentra, al acto de oír comprende una variedad de procesos específicos que permiten desde la detección de los sonidos hasta procesos cognitivos alrededor del lenguaje. El proceso inicia con la captación de ondas sonoras por el oído externo, que pasan a ser transmitidas mecánicamente a través de la membrana timpánica y la cadena osicular y posteriormente enviadas al oído interno (cóclea). (Caro, J. y San Martín, J., 2020)

Ya en la cóclea se encuentran numerosas Células Ciliadas que desempeñan funciones vitales en el paso de la onda sonora mecánica a señales neuronales que permitan la audición (Wei, Wang, Liu, Mao, Chen, & Lin, 2020). Autores como Lin, Lin, Ye, Lin, Shu, Hu, & Lin (2020) han reportado que “cada cóclea humana contiene solo 15.000 células ciliadas y 40.000 fibras nerviosas regenerativas” (p.1).

En la cóclea suceden procesos electroquímicos y tonotópicos del sonido para luego pasar a impulsos nerviosos en la vía auditiva. Estos procesos son denominados sinapsis en cinta en las CCI y las neuronas del GE, consideradas la primera conexión aferente excitatoria en la vía auditiva (Wei, Wang, Liu, Mao, Chen, & Lin, 2020).

Cada uno de estos pasos comprende una variedad de fenómenos físicos que hacen de la audición un sentido enriquecedor. (Coate, Scott, & Gurjar, 2019), así como también estos procesos son vulnerables al ruido, a los fármacos ototóxicos, a la inflamación y al envejecimiento (Wei, Wang, Liu, Mao, Chen, & Lin, 2020).

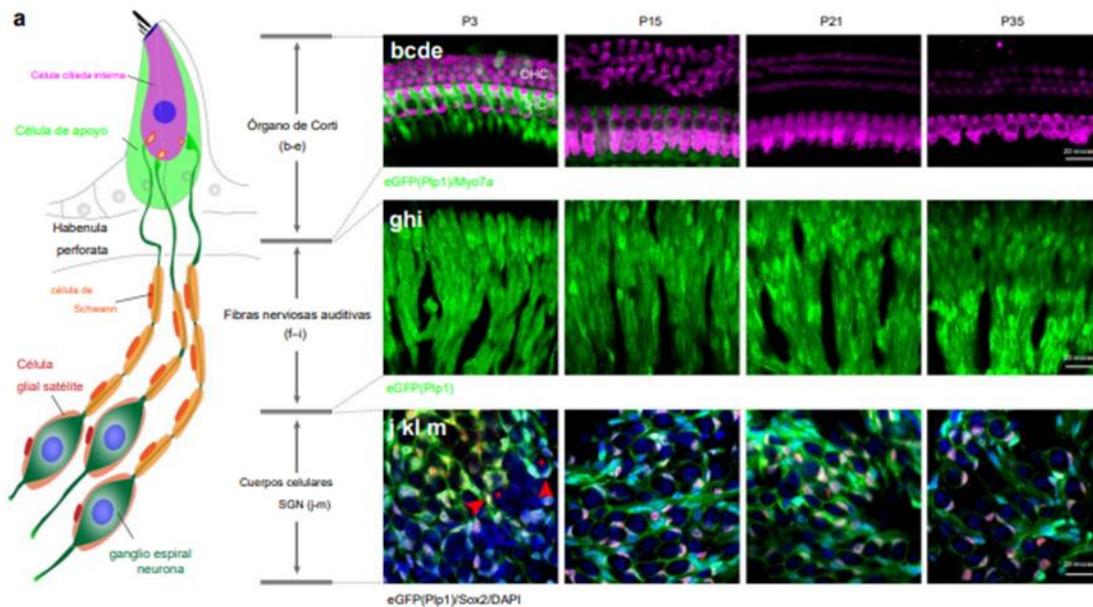
### **2.1.2. Sinapsis coclear**

El proceso de sinapsis o de comunicación en el sistema nervioso se da a través de la interacción celular. A nivel coclear, las vibraciones generadas por el sonido y la señal transmitida de las Células Ciliadas Externas (CCE) a las CCI pasa a un proceso sináptico que requiere mucha más especificidad. Retomando diversas teorías, se ha expuesto que cada CCI recibe contactos aferentes con 5 a 15 fibras del nervio auditivo. A su vez, ésta conexión es de alta precisión y exclusividad, ya que cada neurona hace un único contacto sináptico aferente con una sola CCI. En el GE, donde se encuentran los cuerpos celulares del nervio auditivo, se envían las proyecciones que transmiten la información acústica al sistema nervioso central como Potencial de acción. (Henry, 2022).

El tipo de sinapsis a nivel coclear (oído interno) es denominado sinapsis de cinta, que juega un papel fundamental en el proceso de la audición. Esta se reconoce como estructura implicada en la modulación del tráfico y la fusión de vesículas sinápticas en los terminales pre-sinápticos. Adicionalmente, las sinapsis en cinta son esenciales en la codificación neuronal de los potenciales microfónicos, mediante mecanismos que

involucran los canales Cav1.3 y la exocitosis de vesículas sinápticas dependientes de la Otoferlina. La exocitosis hace referencia al proceso mediante el cual se secretan diferentes tipos de moléculas contenidas en una vesícula citoplasmática de una célula al espacio extracelular. (Wan & Corfas, 2017)

Wan & Corfas en el 2017 han retomado varios conceptos de sinapsis a nivel coclear para poder establecer la asociación de esta con la hipoacusia oculta. De manera específica, han reportado que a nivel coclear están las CCI, las cuales se rodean por complejos de células gliales, o células de sostén. A su vez, los axones de las neuronas del ganglio espiral están mielinizados por células de Schwann y están envueltos por células satélite, tal como se presenta en la siguiente imagen, y para su comprensión, es importante tener en cuenta que Plp1 hace referencia a la proteína proteolípida 1.



**Figura 1.** Plp1 se expresa solo por células Schwann y satélite en la cóclea madura.

(a) Ilustración esquemática de IHC, SGN y sus células Gliagles / similares a gliales asociadas. (b - e) Las imágenes del órgano de Corti de ratones Plp1/ eGFP en diferentes edades posnatales (P3-P35) muestran que el promotor Plp1 está activo en el soporte de células asociadas con IHC hasta P15, pero por P21 es silencioso. Myo7a

marcó tres filas de células ciliadas externas (CCE) y una fila de IHC (f - i) Las imágenes de montajes completos cocleares de ratones Plp1 / eGFP muestran que el promotor Plp1 está activo en las células de Schwann del nervio auditivo en el OSL en todas las edades examinadas. (j – m) Las imágenes de secciones a través del ganglio espiral de ratones Plp1 / eGFP muestran que el promotor Plp1 está activo en las células satélite que rodean los SGN en todas las edades examinadas. Las secciones se compararon con un marcador para células gliales (Sox2) y núcleos (4,6 – diamidino – 2- Fenilindol, DAPI). Los asteriscos y las puntas de flecha indican cuerpos celulares SGN y células satélites asociadas, respectivamente.

Tomado de “Transient auditory nerve demyelination as a new mechanism for hidden hearing loss.”(p. 2), por Wan, G., & Corfas, G., 2017, Nature Communications, 8.

Estos mismos autores han planteado que la pérdida de células de Schwann causa un mecanismo de desmielinización del nervio auditivo y seguido a ello una regeneración de células de Schwann y remielinización axonal. Este deterioro temporal de las células de Schwann se asocia con el compromiso auditivo en la hipoacusia oculta.

Este fenómeno fisiopatológico de alteración en la sinapsis se asocia a la exposición a ruido que a nivel molecular causa excitotoxicidad por glutamato, generando daño en los extremos de las neuronas del GE (Coate, Scott, & Gurjar, 2019). Así mismo, estos autores han expresado que “Además, la evidencia sugiere que la sobreexposición al glutamato en la sinapsis de la cinta debido a la actividad de los receptores AMPA permeables al calcio, conduce a niveles tóxicos de calcio citosólico dentro del terminal aferente” (p.6).

Con relación al glutamato, Maele, Keshishzadeh, de Poortere, Dhooge, Keppler & Verhulst en el 2021 han descrito que los cambios auditivos dados de forma temporal se

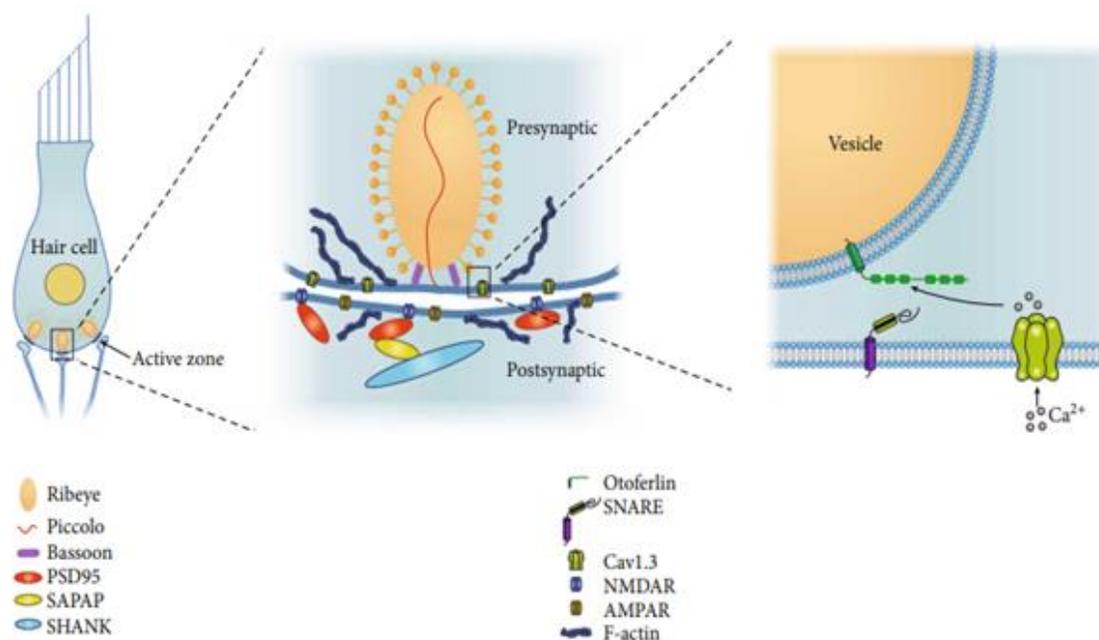
pueden deber a la excitotoxicidad por exceso de glutamato, lo cual ocasiona la inflamación de las fibras del nervio auditivo (FNA) tras la exposición a ruido.

Estos investigadores han descrito en su revisión que cada CCI tiene “de 10 a 30 estructuras similares a cintas pre-sinápticas rodeadas de vesículas de glutamato” (p.2); a su vez, cada cinta tiene conexión con un receptor post-sináptico de glutamato en el extremo de la fibra del nervio auditivo, estas fibras tienen tasas de disparo espontáneo bajas y medias (umbrales altos) que se conectan con la parte modiolar de la CCI y tienen tasas de disparo espontáneo altas (umbrales bajos) que establecen relación con el lado del pilar de la CCI. Lo anterior sucede solo a nivel de la cóclea y la retina y promueve la fusión rápida de vesículas sinápticas liberando glutamato y generando una recuperación. Esta transición de un estímulo a la sinapsis permite la generación del potencial de acción.

Teniendo en cuenta lo anterior, Furman et al., 2013 (citados por Maele, Keshishzadeh, de Poortere, Dhooge, Keppler&Verhulst, 2021) reportan que las FNA que tienen tasas de disparo espontáneo bajas, son más vulnerables al ruido y las FNA con tasas espontáneas más altas son más robustas frente a los daños ocasionados por ruido. Toda esta distribución de las fibras del nervio auditivo, así como la susceptibilidad de algunas frente al ruido, explican porque los umbrales auditivos se recuperan aún con los daños sinápticos permanentes. Toda esta fisiopatología causa dificultades supraumbrales como la dificultad en la inteligibilidad del habla en ruido.

Como síntesis del proceso de sinapsis coclear que se ha descrito, Fuchs, Glowatzki & Moser en 2003 han descrito pasos que suceden de manera secuencial en las CCI durante la sinapsis. Lo primero que ocurre es la despolarización de la membrana pre-sináptica tras la estimulación del sonido, tras lo cual se genera un receptor potencial despolarizante del flujo de entrada del Cation Potasio. Este potencial graduado

desencadena la entrada del  $\text{Ca}^{2+}$  a través de los canales del  $\text{Ca}^{2+}$  dependientes de voltaje (VGCC) en las zonas activas pre-sinápticas de la sinapsis en cinta. Posteriormente, el Calcio en las zonas activas pre-sinápticas se une al sensor de  $\text{Ca}^{2+}$  de las CCI y a la Otofelfina, lo que impulsa a la fusión de vesículas sinápticas y la liberación de glutamato. Finalmente, el glutamato liberado en la hendidura sináptica activa los receptores AMPA presentes en las terminales de las fibras nerviosas aferentes auditivas, completando así la transmisión excitatoria de las señales sonoras en el nervio auditivo.



**Figura 2.** Esquema de la sinapsis coclear de la Célula Ciliada Interna

Tomado de “Protection of Cochlear Ribbon Synapses and Prevention of Hidden Hearing Loss” (p.3), por Wei, M., Wang, W., Liu, Y., Mao, X., Chen, T. S., & Lin, P., 2020, In Neural Plasticity (Vol. 2020). Hindawi Limited.

<https://doi.org/10.1155/2020/8815990>.

### **2.1.2.1. Proteínas que participan en la sinapsis coclear**

Wei, Wang, Liu, Mao, Chen & Lin en el 2020, realizaron una revisión detallada de las proteínas que participan en la sinapsis coclear. Recopilando conceptos de diferentes autores, se ha reportado cómo las proteínas desempeñan funciones esenciales en las sinapsis de las CCI de los mamíferos, incluidos los canales Ribeye, Otoferlin, Cav1.3, Bassoon, Piccolo, SHANK, PSD95 y Factin que se describen a continuación:

- Ribeye: Es la proteína principal que forma el marco de la cinta y puede regular su tamaño.
- Otoferlina: Es un sensor de calcio único, que participa en la transmisión sináptica regulada por calcio, así como en la liberación de vesículas en las sinapsis vestibulares y cocleares.
- Cav1.3: Son las principales subunidades de los canales de  $Ca^{2+}$  de tipo L involucradas en la exocitosis sináptica en las CCI.
- Bassoon y Piccolo: Son dos importantes proteínas de andamiaje de la citomatriz ensamblada. Desempeñan papeles importantes en el mantenimiento de la estructura y función pre-sináptica y en el ensamblaje de cintas sinápticas.
- Familia de proteínas SHANK: Comprende proteínas de andamiaje "maestras" en el sitio post-sináptico. Desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y la función sináptica y también en la regulación de la neurotransmisión excitatoria.
- PSD95: Importante regulador de la maduración sináptica, es una proteína de andamiaje esencial en la sinaptogénesis y el neurodesarrollo.
- Red Factin: Mantiene una estrecha organización espacial de los canales de  $Ca^{2+}$  Cav1.3 e influye en la eficiencia de la exocitosis dependiente de la Otoferlina. Controla el flujo de vesículas sinápticas durante la exocitosis en las cintas de las CCI, desempeñando así un papel vital en la función de las sinapsis de cinta normales.

### **2.1.3. Factores que afectan la audición**

Existen diversos factores que pueden causar efectos negativos en el sistema auditivo, desde la alteración en umbrales auditivos hasta desórdenes en la comprensión del habla, así como también traer efectos extra auditivos como el estrés y la fatiga.

En la sociedad actual las personas están expuestas a diversidad de sonidos y ruidos, la urbanización, los avances tecnológicos, industriales y civiles (construcción y movilidad) han hecho inevitable la exposición a ruido como un factor de peligro que afecta la calidad de vida. Ahora bien, niveles altos de ruido o incluso ruidos menores pero prolongados, pueden causar daños progresivos en las estructuras periféricas y centrales de la audición, es así como Plack, Barker, & Prendergast (2014) han reportado como la exposición puede causar cambios en el mapa tonotópico cortical, afectando directamente la discriminación del sonido.

Diversas profesiones se exponen al ruido de manera inevitable, tal es el caso de operarios de industrias, telefonistas de call center, vendedores ambulantes, conductores, comerciantes, operarios civiles, entre otros. Ya diversos autores han planteado la importancia del análisis y detección temprana de problemas auditivos, incluso el proceso de predicción que evalúe el impacto que podría tener un trabajador y su labilidad para la pérdida, evitando pasar a hipoacusias neurosensoriales instauradas (Dhrruvakumar, Shambhu, & Konadath, 2021).

Es importante mencionar que el ruido a altas intensidades causa efectos negativos en el sistema auditivo, pero no solo eso, sino también la exposición prolongada a sonidos como ya se ha mencionado. Dando continuidad a lo anterior, en el medio actual es común el uso de dispositivos de reproducción de música, audífonos en celulares, computador y otros, principalmente en población joven y adulto joven; se ha demostrado también que los tiempos diarios de escucha de estos dispositivos han ido

umentando paulatinamente y también sus efectos en el sistema auditivo, no solo en los umbrales sino también en la sinapsis coclear (Bal & Derinsu, 2021)

#### **2.1.4. Comprensión auditiva**

Carney (2018) plantea como la discriminación del habla requiere de procesos de codificación de sonido complejos, en ese sentido expresa que “La codificación de sonidos complejos como el habla, para los cuales los cambios en la magnitud espectral a lo largo de la frecuencia son críticos, requiere perfiles de velocidad que sean robustos en una amplia gama de niveles de sonido” (p.336).

Complementando lo anterior, Córdoba, Coto y Ramírez (2005) han descrito como ciertamente la comprensión auditiva es un proceso invisible que involucra aspectos simples hasta los más complejos, pasando desde la percepción y comprensión de un fonemas hasta la comprensión de aspectos paralingüísticos de entonación, énfasis y velocidad que permiten determinar el significado de un mensaje emitido.

Se debe mencionar también que la comprensión auditiva ha tomado a través de los años un enfoque cambiante, tomando mayor relevancia hacia el aspecto social del lenguaje y su importancia en la interacción entre el emisor y receptor. Es por ello que Córdoba, Coto y Ramírez en 2005, describen como fundamentales hechos como:

1. Para que se dé el proceso de escucha de forma eficiente, se deben interpretar sonidos que se han producido oralmente y para ello se requiere distinguir no solo los fonemas de la lengua sino que además se requiere identificar hasta las unidades más pequeñas del idioma.

2. La habilidad de escucha se considera activa, dado que requiere una serie de procesos mentales que permiten la comprensión de lo que se está comunicando.

3. Oír no se considera igual a escuchar. Y es por ello que la escucha requiere concentración e interpretación; desde aspectos paralingüísticos como pragmáticos.

### **2.1.5. Hipoacusia oculta**

El término de hipoacusia oculta o pérdida auditiva oculta acuñado por Schaette, R. y McAlpine, D. (2011) cada vez es más mencionado en las diferentes investigaciones de neuropatía coclear, y básicamente se define como la pérdida auditiva que no es fácil de detectar en audiometrías de tonos puros, pero que genera un déficit y deterioro en la percepción del habla en ruido. Se denomina oculta porque se esconde en la detección de umbrales auditivos en las pruebas audiométricas que miden sonidos detectables en una frecuencia específica. (Tepe, Smalt, Nelson, Quatieri, & Pitts, 2017)

La sintomatología descrita como umbrales audiométricos normales y la dificultad para escuchar con ruido de fondo, asociada a la pérdida auditiva oculta se ha descrito en personas con antecedentes de exposición a ruido y tinnitus. Es así como Bakay, Anderson, Garcia, McAlpine, y Schaette (2018), han reportado evidencia de que la exposición a ruido continuo o temporal puede generar la pérdida de la sinapsis en células ciliadas a nivel coclear de manera gradual, afectando la capacidad de comprensión en entornos difíciles sin disminuir los umbrales auditivos.

Por otro lado, Budak, Roberts, Grosh, Corfas, Booth, & Zochowski (2022) han referido que el déficit en la percepción de la señal auditiva así como las fallas en la inteligibilidad del habla en la pérdida auditiva oculta puede deberse a factores de envejecimiento y defectos de la mielina además del ruido.

Adicionalmente, Liberman, Epstein, Cleveland, Wang y Maison en 2016 han destacado que las deficiencias auditivas en adultos se ocasionan, en gran parte, por daños de origen neurosensorial, en los cuales las sinapsis de las fibras o células ciliadas se ven afectadas de diversas formas, ya sea por exposición continua a ruido o degeneración natural de las mismas.

La edad ha sido un factor relacionado con la hipoacusia oculta y se ha descrito como la sincronía de las células se ve afectada por la disminución en la velocidad de transmisión, mayor degeneración de la mielina en el Sistema Nervioso Central y el nervio auditivo, causando aumento en las latencias (Plack, Barker & Prendergast, 2014)

Finalmente, es importante mencionar que tras diferentes investigaciones, se ha podido demostrar que la exposición a ruido conduce al daño de las células ciliadas sin que ello afecte de forma importante los umbrales auditivos. Es por ello que en publicaciones como la de Liberman, Epstein, Cleveland, Wang y Maison en 2016 resaltan que la hipoacusia oculta se caracteriza por una degeneración neuronal en la que no hay elevación y/o cambio de umbrales auditivos de las personas, llevando a que los exámenes audiológicos muestren una sensibilidad auditiva normal, pero que la persona perciba y manifieste la dificultad en la comprensión del lenguaje en ambientes ruidosos.

#### **2.1.6. Sinaptopatía coclear**

Las investigaciones que se han desarrollado a lo largo del tiempo, le han venido apuntando a un tema de interés audiológico, en ese sentido se han ocupado en definir la sinaptopatía coclear y encontrar sus manifestaciones clínicas en la población.

Autores como Oxenham, A. J. en el 2016, han retomado conceptos alrededor de esta patología, describiéndola como consecuencia de la exposición al ruido que afecta la sinapsis de las CCI con las fibras nerviosas auditivas. Así mismo, Kujawa & Liberman (2009) citado por Oxenham (2016) plantean como:

Una exposición al ruido lo suficientemente severa como para producir un cambio temporal en los umbrales, pero no tan severa como para causar un cambio permanente en el umbral, puede conducir a una pérdida de alrededor del 50% de las sinapsis. (p.1).

Ahora bien, esta pérdida sináptica puede ocurrir en enfermedades neurodegenerativas, siendo este daño sináptico previo a los cambios funcionales evidentes. La pérdida de sinapsis puede suceder a nivel periférico, como pasa en la sinaptopatía coclear, así como también a nivel central causando deterioros cognitivos o Alzheimer. Es así como la detección de fallas en la sinapsis de manera temprana puede retrasar otras afecciones. (Bao, Jegede, Hawks, Dade, Guan, Middaugh, Qiu, Levina & Tsai, 2022)

Para el 2020, Marmel, Cortese, y Kluk, llevaron a cabo un estudio en busca de identificar un método diagnóstico que permitiera la detección de la sinaptopatía coclear, y para ello definieron la patología como una serie de dificultades auditivas de comprensión del habla en situaciones difíciles, tinnitus e hiperacusia.

A su vez, los autores Liberman, M., Epstein, M., Cleveland S., Wang, H., Maison, S. (2016) la describen como una falla en la comunicación y en la sinapsis de las células ciliadas, manifestándose como la dificultad en el reconocimiento y discriminación del lenguaje en ambientes de ruido.

La sinaptopatía coclear afecta la discriminación del lenguaje como ya se ha reportado, esto derivado de un déficit en la codificación temporal que degrada aspectos acústicos del habla como son el tono, la ubicación y el timbre (Shinn-Cunningham, 2017), provocando la dificultad en la comunicación en diversos entornos socioculturales en los que participa el ruido.

### **2.1.7. Pruebas diagnósticas**

La detección y el diagnóstico de la sinaptopatía coclear asociada a la hipoacusia oculta sigue siendo un reto amplio en el área, debido a que no existen resultados estandarizados para categorizar la patología. A continuación se describen algunos planteamientos diagnósticos.

#### *Audiometría, logaudiometría convencional y pruebas de habla en ruido*

Según Fabijańska y Ambrosetti (citados por Kara, Aydın, Alperen, Karakol, Durmaz, Murat, Deniz, Gözen, & Kara en 2020) reportan que “la audiometría de tonos puros, la audiometría del habla, las pruebas de audición en ruido, las otoemisiones acústicas y algunas otras pruebas electrofisiológicas son útiles y necesarias para diagnosticar la sinaptopatía coclear” (p.2).

En audiogramas definen que se encuentran personas con resultados normales, sin embargo, el paciente refiere la dificultad de habla en ruido, por ello plantean la necesidad de realizar evaluación audiológica básica e involucrar pruebas en condiciones de ruido que determinen el daño coclear para el caso. Kara, Aydın, Alperen, Karakol, Durmaz, Murat, Deniz, Gözen, & Kara en 2020 han reportado aplicaciones específicas que se han realizado y refieren que se han encontrado puntajes de desempeño bajo en la discriminación de habla en ruido en personas con hipoacusia oculta.

Adicionalmente, para determinar el daño coclear oculto estos autores sugieren no solo la evaluación audiológica convencional, sino también pruebas electrofisiológicas como las OEA, prueba TEN (ruido de ecualización de umbral) y audiometría de alta frecuencia, entre otras.

#### *Otoemisiones Acústicas Transientes y Producto de Distorsión*

Kara, Aydın, Alperen, Karakol, Durmaz, Murat, Deniz, Gözen, & Kara en 2020 refieren la importancia de la aplicación de este recurso diagnóstico, sin embargo, en este y otros estudios, no han encontrado diferencias significativas con relación a las personas que presentan hipoacusia oculta y el grupo de control.

#### *Potenciales Evocados Auditivos (PEA)*

Bramhall, Reavis, Feeney, & Kampel (2022) plantean que es difícil cuantificar la cantidad de sinapsis que ocurre en el ser humano vivo; sin embargo se han usado medidas fisiológicas no invasivas como la amplitud de la onda I de los PEA, ya que se ha evidenciado la reducción de la amplitud de dicha onda en sinaptopatía en animales. Así mismo reportan que varios estudios se han ocupado de la investigación de la relación de esta prueba en humanos, específicamente adultos que han estado expuestos a ruido y que presentan audiogramas normales, aunque los estudios no son concluyentes de manera estandarizada, sugieren que la exposición a ruido recreativo no ha afectado esta prueba diagnóstica, diferente a lo que sucede cuando la exposición es a ruido de armas de fuego u otros de origen militar. Destacan también, que el cambio en la amplitud de onda I asociado a sinaptopatía coclear, puede tener implicados factores de sexo.

### *Electrococleografía*

Kara, Aydın, Alperen, Karakol, Durmaz, Murat, Deniz, Gözen, & Kara en 2020 aplicaron la electrococleografía que ha sido poco usada para el diagnóstico de pérdida auditiva oculta y demostraron como en la aplicación en un grupo específico, se encontró un aumento en la relación SP/AP sugiriendo una utilidad en el determinación de la sinaptopatía coclear.

#### **2.1.8. Hipoacusia oculta vs. Desorden de Procesamiento auditivo central**

En la actualidad, ya diversas investigaciones han demostrado cómo las personas con audición normal pueden llegar a tener dificultades para comprender el habla en entornos acústicos desafiantes y esto se debe a un proceso complejo que involucra factores auditivos, no auditivos y aspectos psicoacústicos como el procesamiento temporal (Megarbane y Fuente, 2020).

Ahora bien, en lo que respecta a la conceptualización del Desorden de Procesamiento Auditivo Central y la hipoacusia oculta, se ha encontrado que comparten sintomatologías como son la dificultad para la discriminación de habla en condiciones ambientales desafiantes como lo es el ruido.

En lo que se refiere a Desorden de Procesamiento Auditivo Central, Ruiz y Castro (2006) lo han mencionado como un déficit que afecta diferentes mecanismos y procesos del sistema auditivo afectando habilidades que desencadenan un deterioro en el rendimiento comunicativo de la persona, es así como describen que esto impacta en el aprendizaje, el desarrollo y la comprensión del lenguaje. Así mismo han descrito que puede asociarse a alteraciones estructurales del Sistema Nervioso Central, maduración

del Sistema Nervioso, enfermedades y lesiones adquiridas en el Sistema Nervioso Central como son traumas, lesiones degenerativas o Accidentes Cerebro Vasculares.

Adicionalmente, Cañete (2006) ha planteado diferentes conductas que se han observado en personas con Desorden de Procesamiento Auditivo Central, tales como las dificultades en la comprensión del lenguaje en condiciones de ruido, déficits en el desempeño comunicativo y dificultades en el aprendizaje de otro idioma, en la lectura, la escritura, habilidades organizacionales y en el procesamiento de señales no verbales como el ritmo y la musicalidad.

Por otra parte y para cerrar retomamos el concepto de hipoacusia oculta, que se ha descrito en apartados anteriores y que trae consigo un déficit en la discriminación del habla en ruido consecuencia de una alteración sináptica a nivel coclear, que se ha asociado a exposición a ruido previa a nivel laboral o recreacional y que no causa disminución en los umbrales audiométricos. (Bakay, Anderson, Garcia, McAlpine, y Schaette, 2018).

### **2.1.9. Enfoques de intervención**

Para efectos de la organización de la información, con la relación a los tipos de intervención audiológica dirigida frente al diagnóstico de hipoacusia oculta, se han definido los siguientes enfoques de intervención de manera específica y sin ningún conflicto de interés particular en la investigación:

- Enfoque medico / farmacológico: Intervenciones que involucran la aplicación de medicamentos que restauran una función en el sistema auditivo. Se toma como referencia el concepto de farmacología de la Real Academia Española que la define como el estudio de los medicamentos. (Real Academia Española, 2022).

En esa línea, se contempla en este enfoque la intervención que describe la composición y acción terapéutica de cada medicamento.

- Enfoque rehabilitador: Intervenciones que involucran prácticas terapéuticas que rehabilitan una función, en este caso, una función auditiva. Se toma como referencia el concepto de rehabilitación de la Real Academia Española que refiere es un grupo de estrategias o metodologías que buscan recuperar una actividad o función que se ha perdido o disminuido producto de una enfermedad o trauma (Real Academia Española, 2022).
- Enfoque social / holístico: Contempla las intervenciones enfocadas en el trabajo social y contextual. El término holístico derivado del holismo ha sido definido por la Real Academia Española como el concepto de la realidad producto de la suma de partes que la hacen un todo (Real Academia Española, 2022).
- Enfoque mixto: Conjunto de estrategias de intervención que involucra diversos enfoques.

#### **2.1.10. Estrategias de intervención**

Teniendo en cuenta el término estrategia que ha sido tomado en la investigación con relación a la intervención de la hipoacusia oculta, se define el concepto teniendo en cuenta la Real Academia Española (2022), considerando que se refiere a un arte, en el que se traza la forma de dirigir un asunto, o también un proceso regulable y conjunto de reglas que buscan un resultado óptimo.

Adicionalmente, Aparicio (2013) menciona que:

La estrategia es un sistema de planificación aplicado a un conjunto articulado de acciones que permite conseguir un objetivo; sirve para obtener determinados

resultados, de manera que no se puede hablar de usar estrategias cuando no hay una meta hacia donde se orienten las acciones. A diferencia del método, la estrategia es flexible y puede tomar forma con base en las metas a donde se quiere llegar. (p.2)

### **3. CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de estudio**

##### Enfoque

La actual investigación abordó una temática, dando cuenta de la información existente en reportes científicos, en esa medida el estudio se categoriza como enfoque cualitativo, relacionándose con lo que afirma Hernández (2014)

El enfoque cualitativo puede concebirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo “visible”, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. Es naturalista (porque estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales y en su cotidianidad) e interpretativo (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en función de los significados que las personas les otorgan) (p.42).

##### Alcance y Diseño

El proyecto de investigación se desarrolló bajo la metodología de una Revisión Narrativa con una temporalidad retrospectiva, teniendo en cuenta que según lo planteado por Fortich, N. (2013) la Revisión Narrativa se entiende como un tipo de estudio de revisión bibliográfica que pretende recopilar información, someterla a un análisis, integrar, sintetizar y crear una discusión frente a lo investigado en el tema.

Así mismo, Aguilera, R. (2014) nos plantea cómo la revisión narrativa permite realizar una caracterización de la información que puede ser parcialmente exhaustiva y por expertos que no definen los métodos específicos al seleccionar la información. Establece que son el tipo de estudio ideal para preguntas de investigación básicas que indagan información reportada con relación a conceptos, diagnósticos y rehabilitación.

### **3.2. Unidad de análisis**

- Artículos científicos y publicaciones periódicas científicas reportadas en bases de datos ASHA WIRE, PubMed (Medline), la Biblioteca Virtual en Salud - BVS (LILACS, CUMED, IBECS, BINACIS e Index Psicología - Revistas técnico-científicas), SCOPUS y Web of Science.
- Documentos de categoría literatura gris, que incluya publicaciones no indexadas en bases de datos pero que den un aporte específico de la temática seleccionada, incluyendo informes, memorias, proyectos, boletines, weblogs, catálogos, carteles, encuestas y otros documentos. (Formación Universitaria, 2011).
- Criterios de calidad y selección
  - Artículos y publicaciones en idioma original español, inglés o portugués publicados desde enero de 2010 hasta marzo de 2022, que evidencien la aplicación de enfoques y estrategias de intervención para el manejo audiológico en la hipoacusia oculta.
  - Artículos y publicaciones de las bases de datos seleccionadas y literatura gris que cuenten con acceso libre y de texto completo.
  - Artículos que reporten manejo de la hipoacusia oculta no quirúrgico.

### 3.3. Procedimientos

En el proceso de la descripción del manejo audiológico para la intervención de la hipoacusia oculta se plantearon las siguientes fases:

#### Fase I. Búsqueda y recolección de datos con base a criterios de calidad y selección

Inicialmente, se recibió una capacitación en el manejo de bases de datos y buscadores a utilizar, por parte de funcionarios de la Biblioteca de la Corporación Universitaria Iberoamericana. A la par se diseñó una matriz de registro de información básica de los artículos para consolidar y filtrar lo encontrado, en la que se reportaron los siguientes aspectos

NOMBRE	AUTORES	AÑO	REVISTA	BASE DE DATOS	IDEA PRINCIPAL	UTILIDAD

**Figura 3.** Matriz de registro de preselección de artículos

Diseñada por Ceballos, V. y Ramírez, K. (2022)

Posteriormente, se realizó una búsqueda minuciosa de artículos reportados en las bases de datos y literatura gris en el periodo de enero de 2010 a marzo de 2022.

Se usaron términos controlados con gestores bibliográficos de Tesauros DeCS y también términos naturales, estos últimos haciendo referencia a los reportados como palabras claves en los artículos y en los asuntos de algunas bases de datos. La terminología fue ingresada en cada base de datos mediante la construcción de ecuaciones de búsqueda usando los operadores booleanos AND y OR. Las ecuaciones de búsqueda diseñadas variaron para cada base o buscador; sin embargo, la terminología más usada se menciona a continuación:

1) Hipoacusia Oculta, 2) Sinaptopatía Coclear, 3) Pérdida Auditiva Oculta, 4) Manejo audiológico, 5) Intervención, 6) Rehabilitación, 7) Terapia, 8) Tratamiento.

Para la búsqueda se ingresaron las ecuaciones en idioma español e inglés, acompañados de filtros específicos como son: idioma y año de publicación.

Teniendo claras las ecuaciones y filtros se procedió a la búsqueda en las bases de datos. Las siguientes fueron seleccionadas por su importancia en materia de salud e investigación:

- PubMed: El sistema de búsqueda PubMed es un proyecto desarrollado por la National Center for Biotechnology Information (NCBI) en la National Library of Medicine (NLM). Permite el acceso a bases de datos bibliográficas compiladas por la NLM: MEDLINE, PreMEDLINE (citas enviadas por los editores), *Genbak* y *Complete Genoma*. Medline contiene subbases: *AIDS*, *Bioethics*, *Cancer*, *Complementary Medicine*, *Core Clinical Journals*, *Dental Journals*, *Nursing Journals*, *PubMed Central*. Tiene alrededor de 4.800 revistas publicadas en Estados Unidos y en más de 70 países desde 1966 hasta la actualidad. Es una base de datos especializada en ciencias de la salud y recoge trabajos publicados en más de 5.300 revistas científicas del ámbito de la medicina, la enfermería y la odontología.
- Medline: Es la base de datos más importante de la NLM abarcando los campos de la medicina, oncología, enfermería, odontología, veterinaria, salud pública y ciencias preclínicas.

- Biblioteca Virtual en Salud (BVS): Es una colección descentralizada y dinámica de fuentes de información cuyo objetivo es el acceso equitativo al conocimiento científico en salud. Es desarrollada y operada por BIREME (Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud), un centro especializado de la Organización Panamericana de la Salud. Esta colección opera como red de productos y servicios en la Internet en 3 idiomas (inglés, portugués y español), para satisfacer progresivamente las necesidades de información en salud.
  - LILACS: es el más importante y abarcador índice de la literatura científica y técnica en Salud de América Latina y de Caribe.
  - Índice Bibliográfico Español en Ciencias de la Salud (IBECS): base de Datos que contiene referencias de artículos de más de 200 revistas científico-sanitarias editadas en España. Incluye publicaciones sobre farmacia, veterinaria, psicología, odontología, enfermería y diversas ramas de la medicina como salud pública, epidemiología, pediatría, otorrinolaringología, endocrinología y nutrición o reumatología.
  - Bibliografía Nacional en Ciencias de la Salud (BINACIS): contiene los registros bibliográficos publicados en la República Argentina, de las unidades de información que participan en la Red Nacional de Información en Ciencias de la Salud (RENICS).
  - Bibliografía Médica Nacional (CUMED): desarrollada por la Biblioteca Médica Nacional / Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas y los centros cooperantes de la red del Sistema Nacional de Salud. Esta

base registra la producción científica cubana en el campo de la medicina y ciencias afines.

- Index Psicología - Revistas técnico-científicas: el repositorio o portal de la BVS indexa contenido de bases de datos, pero también de otros tipos de fuentes de información tales como recursos educacionales abiertos, sitios de Internet y eventos científicos, dentro de los cuales se incluyen las revistas del Index Psicología.
- ASHA WIRE: Es una base de datos que contiene las 4 publicaciones de la American Speech-Language-Hearing Association (ASHA), contiene publicaciones enfocadas en audición, habla, lenguaje, voz, disfagia, deglución, entre otros relacionados por los profesionales del lenguaje y la audición.
- SCOPUS: Es la mayor base de datos de citas y resúmenes de bibliografía revisada por pares: revistas científicas, libros y actas de conferencias. Ofrece un detallado resumen de los resultados de la investigación mundial en los campos de las ciencias, la tecnología, la medicina, las artes y humanidades.
- EBSCO: Es una plataforma diseñada para la consulta en línea, tiene bases de datos interdisciplinarias y especializadas de alta calidad. Por medio de esta se accede a artículos en texto completo, Libros y Revistas de una gran variedad de temas académicos multidisciplinarios.
- WEB OF SCIENCE: Hace parte de la empresa Clarivate Analytics. Es una colección de bases de datos de referencias bibliográficas y citas de publicaciones periódicas que recogen información desde el año 1900 a la actualidad. Tiene colecciones de Core Collection y herramientas de Proceedings (Journal Citation Report y Essential Science Indicators). Incluye bases de datos Medline, Scielo y Korean Citation Index.

En esta fase, la búsqueda y selección de los artículos se hizo con la revisión de la información de publicación del artículo y la lectura del título teniendo presente la pertinencia en la temática. Terminada esta fase, se seleccionaron 52 artículos y se ingresó, en la matriz, solo la información correspondiente a las características generales de los artículos.

## **Fase II. Reporte y síntesis de información**

Seleccionados y registrados los 52 artículos, se aplicaron los criterios de calidad y selección con una lectura del resumen de los documentos seleccionando 20 artículos y diligenciando los aspectos propios de la intervención audiológica con la lectura de los resúmenes de los documentos. Posteriormente, estos 20 artículos se sometieron a lectura completa del texto. Se emplearon 2 matrices, una de información bibliométrica o de datos generales de los artículos y una matriz de reporte de contenido de los artículos seleccionados con relación al manejo audiológico para la hipoacusia oculta. En esa medida se realizó síntesis de la información revisando el contenido de manejo e intervención ante la patología. Finalmente de los 20 artículos leídos se descartaron 8 artículos por contenido sin relevancia para el proceso investigativo.

## **Fase III. Análisis y reporte de resultados**

Se analizó la información recolectada y sintetizada a la luz de las categorías de análisis definiendo de esta forma los enfoques de intervención descritos para el manejo de la hipoacusia oculta de forma explícita o implícita en los textos, identificando los postulados y planteamientos que cada autor propone para la ejecución de un plan de intervención en la hipoacusia oculta. La información se presentó mediante el análisis

descriptivo, comparativo y narrativo. Además, se identificaron las estrategias de intervención (explícitas o implícitas) aplicadas en el manejo de la hipoacusia oculta.

La información se presentó mediante el análisis narrativo, descriptivo y comparativo de los datos, en especial aquellos con afinidad a las categorías de análisis. De esta manera, la etapa final del proceso de investigación terminó con la descripción del manejo audiológico para la hipoacusia oculta.

#### **Fase IV. Discusión, conclusiones y recomendaciones finales**

Los resultados de esta Revisión Narrativa se discutieron con las investigaciones reportadas sobre el tema; y a la luz de los hallazgos se realizarán las conclusiones y las recomendaciones para el desarrollo de futuras investigaciones.

#### **Fase V. Socialización y publicación de proyecto**

Al reconocer la importancia de la transferencia social de los hallazgos para aportar a la consolidación de la práctica audiológica relacionada con la hipoacusia oculta, contribuyendo a la comunidad académica con un producto al que puedan acceder, de manera específica, se consideró para la transferencia social del conocimiento lo siguiente:

- Informe general.
- Resumen Analítico de Investigación (RAI).
- Socialización pública del proyecto de investigación en las instalaciones de la Corporación Universitaria Iberoamericana.
- Postulación a publicación en la revista *Auditio - Spanish Journal Of Audiology*.

#### **3.4. Técnicas para la recolección de información**

Matriz de registro de artículos y publicaciones que cumplan criterios de calidad y selección.

### **3.5. Técnicas para el análisis de la información**

- Flujograma de selección de documentos de interés.
- Matriz de registro de datos y de contenido de artículos y publicaciones.
- Descripción de la información a la luz de las categorías de análisis según los objetivos planteados de la siguiente manera:
  - Enfoques de intervención para el manejo de la hipoacusia oculta.
  - Estrategias de intervención para el manejo de la hipoacusia oculta.

### **3.6. Consideraciones éticas**

De acuerdo a la Resolución Número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud por la cual se establecen las Normas Científicas, Técnicas y Administrativas para la Investigación en Salud y al Artículo 11 del Título II. De la Investigación en Seres Humanos y Capítulo 1. De los aspectos Éticos de la investigación en Seres Humanos, la presente investigación se clasifica como investigación sin riesgo, ya que no implica intervención directa en población o cambios en variables. De manera específica se reporta lo siguiente en la norma:

Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta (p.3)

#### 4. CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

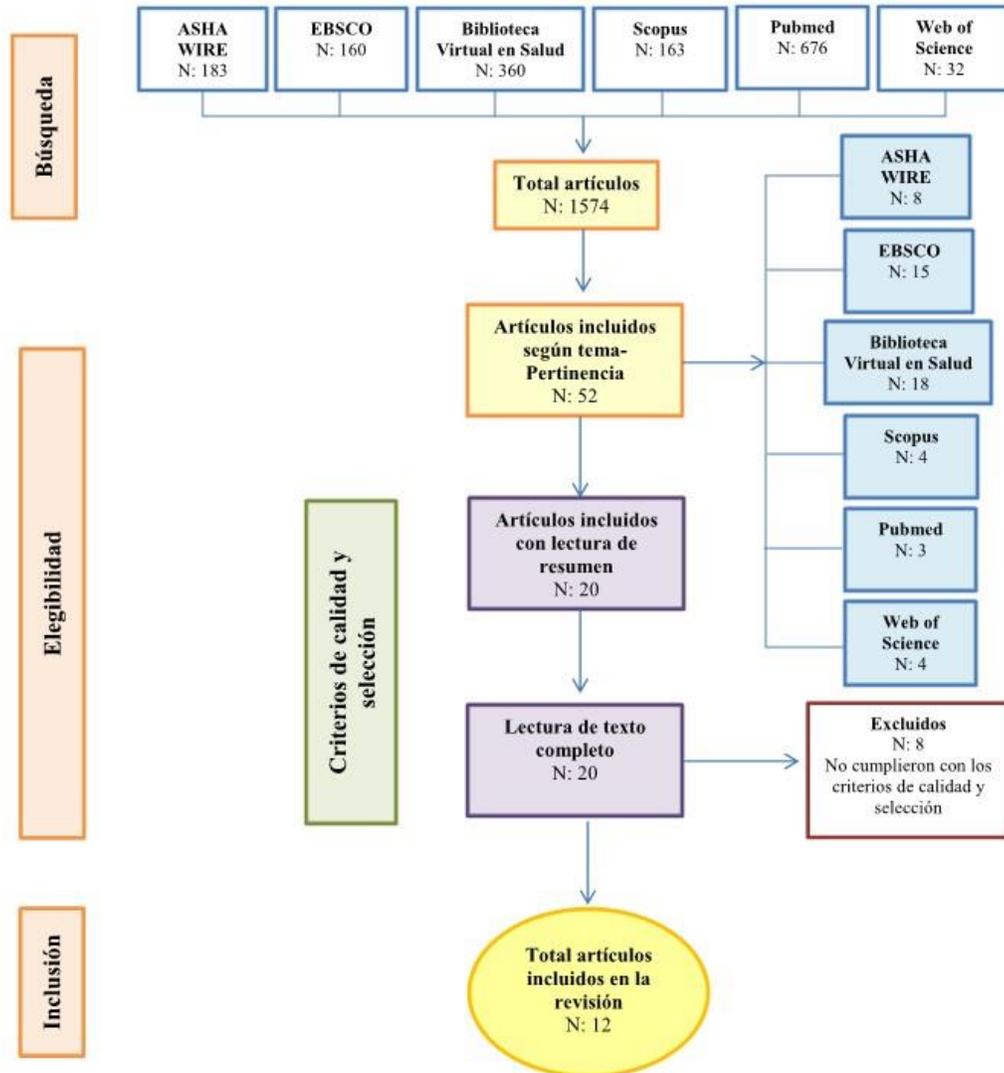
Siguiendo la metodología planteada, se realizó la búsqueda de la información en las bases de datos. La búsqueda en las fuentes bibliográficas se realizó con varias ecuaciones debido a las particularidades de cada una y a los resultados hallados, no fueron tenidos en cuenta artículos duplicados, es decir, el conteo del artículo solo se tuvo en cuenta en una base de datos.

Este primer proceso metodológico se encuentra registrado en la siguiente tabla de búsqueda.

TABLA 1. RESULTADOS DE BÚSQUEDA EN BASES DE DATOS				
FECHA DE BÚSQUEDA	BASE DE DATOS	TERMINOS DE BÚSQUEDA	NÚMERO DE ARTÍCULOS ENCONTRADOS	NÚMERO DE ARTÍCULOS SELECCIONADOS
Del 24 de mayo de 2022 al 5 de junio de 2022	<b>ASHAWIRE</b>	-Hipoacusia Oculta -Sinaptopatía Coclear	183	8
Del 26 de mayo de 2022 al 5 de junio de 2022	<b>EBSCO</b>	-Pérdida Auditiva Oculta -Manejo audiológico -Intervención -Rehabilitación -Terapia -Tratamiento	160	15
Del 29 de mayo de 2022 al 5 de junio de 2022	<b>BIBLIOTECA VIRTUAL EN SALUD - BVS</b> <b>BASES DE DATOS: LILACS, IBECs, BINACIS, CUMED E INDEX PSICOLOGÍA - REVISTAS TÉCNICO - CIENTÍFICAS</b>	Nota: Se aplicaron filtros y operadores booleanos según la base de datos	360	18

5 de junio de 2022	<b>SCOPUS</b>	163	4
Del 5 de junio de 2022 al 8 de Junio de 2022	<b>PUBMED</b>	676	3
Del 5 de junio de 2022 al 6 de Junio de 2022	<b>WEB OF SCIENCE</b>	32	4
<b>SUMATORIA</b>		1574	52
<b>SELECCIONADOS</b>		20	

Los 20 artículos seleccionados con la lectura de los resúmenes, se sometieron a un proceso de lectura completa siguiendo los criterios de calidad y selección. Lo anterior condujo a la selección final de 12 artículos que conformaron la unidad de análisis de la investigación. El proceso de búsqueda, depuración y selección de artículos se describe en el siguiente diagrama de flujo:



**Figura 2.** Diagrama de flujo proceso de selección de artículos

Con la selección de los 12 artículos se extrajo la información y se organizaron los datos en tablas, respondiendo a los objetivos y categorías de análisis planteadas inicialmente.

#### 4.1. Indicadores generales de la literatura seleccionada

Inicialmente se procedió a detallar los factores generales de los textos que se revisarían. En ese sentido se describe la siguiente tabla:

TABLA 2. RESUMEN – INDICADORES GENERALES DE LA LITERATURA SELECCIONADA					
N° Art.	Autores	Año	Nombre del estudio	Idioma	Revista
1	Mackenzie, D.	2015	Sound advice. New Scientist	Inglés	NewScientist
2	Sly, D., Campbell, L., Uschakov, A., Saief, S., Lam, M., & O'Leary, S.	2016	Applying Neurotrophins to the Round Window Rescues Auditory Function and Reduces Inner Hair Cell Synaptopathy After Noise-induced Hearing Loss	Inglés	Otology & Neurotology
3	Kobel, M., le Prell, C., Liu, J., Hawks, J., & Bao, J.	2017	Noise-induced cochlear synaptopathy: Past findings and future studies	Inglés	In Hearing Research
4	Yeend, I., Beach, E., Sharma, M., & Dillon, H.	2017	The effects of noise exposure and musical training on suprathreshold auditory processing and speech perception in noise	Inglés	Hearing Research
5	Lee, J., Lee, M., Chung, P., & Jung, J.	2019	Photobiomodulation using low-level 808 nm diode laser rescues cochlear synaptopathy after acoustic overexposure in rat.	Inglés	Journal Biophotonics
6	Szobota, S., Mathur, P., Siegel, S., Black, K., Uri Saragovi, H., & Foster, A.	2019	BDNF, NT-3 and Trk receptor agonist monoclonal antibodies promote neuron survival, neurite extension, and synapse restoration in rat cochlea ex vivo models relevant for hidden hearing loss	Inglés	Plos One
7	Han, B., Lin, S., Espinosa, K., Thorne, P., & Vlajkovic, S.	2019	Inhibition of the Adenosine A(2A) Receptor Mitigates Excitotoxic Injury in Organotypic Tissue Cultures of the Rat Cochlea	Inglés	Cells
8	Siaty, R., Rosenzweig, F., Gersdorff, G., Gregoire, A., Rombaux, P. & Deggou, N.	2020	Auditory Neuropathy Spectrum Disorders: From Diagnosis to Treatment: Literature Review and Case Reports	Inglés	Journal of Clinical Medicine
9	Aedo, C., & Aguilar, E.	2020	Cochlear synaptopathy: new findings in animal and human research	Inglés	Reviews in the Neurosciences
10	Mealings, K., Yeend, I., Valderrama, J., Gilliver, M.,	2020	Discovering the Unmet Needs of PeopleWith Difficulties Understanding Speechin Noise and a Normalor Near-Normal	Inglés	American Journal of Audiology

	Pang, J., Heeris, J., & Jackson, P.		Audiogram		
11	Kohrman, D., Wan, G., Cassinotti, L., & Corfas, G.	2020	Hidden Hearing Loss: A Disorder with Multiple Etiologies and Mechanisms	Inglés	Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine
12	Fernandez, K., Takahisa, W., Tong, M., Meng, X., Tani, K., Kujawa, S. & Edge, A.	2021	Trk agonist drugs rescue noise-induced hidden hearing loss	Inglés	JCI Insight

## 4.2. Intervención en la hipoacusia oculta

Con respecto a la intervención, con la lectura completa del texto se detallaron los siguientes aspectos:

TABLA 3. RESUMEN - INTERVENCIÓN					
N° Art.	Objetivo	Enfoque de intervención	Estrategias	Tiempo de intervención	Efecto
1	Mejorar la comprensión del habla en entornos de ruido a través de un sistema de entrenamiento auditivo cerebral que promueve conexiones nerviosas en la vía auditiva afectadas por la exposición a ruido.	Enfoque rehabilitador	Programa de entrenamiento cerebral BrainHQ creado por Michael Merzenich aplicado en ser humano.	El programa reporta el uso por 40 horas de entrenamiento BrainHQ durante ocho semanas.  Prueba de un paciente: 2 meses, 1 hora diaria por 5 días a la semana.	Mejoras significativas en la primera capa de procesamiento auditivo en el cerebro, que ocurre en el tronco encefálico. Sus respuestas neuronales a los sonidos se volvieron más rápidas y se volvieron mejores para captar el habla en el ruido de fondo.  Mejora sustancial en la habilidad para percibir frases con ruido de fondo.  Antes del entrenamiento, podía seleccionar los sonidos objetivo si eran al menos 1,75 decibeles más

					<p>altos que el fondo, después del entrenamiento podía seleccionar sonidos 0,5 dB más altos.</p> <p>Una mejora de 1 dB aumenta la inteligibilidad de aproximadamente 10 a 15 por ciento de las palabras.</p> <p>La velocidad cerebral para procesar los sonidos aumentó en 0,26milisegundos. Esta velocidad brinda sincronización neural y ayuda al cerebro a reconocer consonantes de sonido similar como b y d</p> <p>Aunque hay mejoras en las pruebas los efectos en la vida real pueden ser decepcionantemente pequeños.</p> <p>Brindó confianza para la vida real.</p> <p>Sugiere que puede tener un efecto complementario el uso de sistemas de entrenamiento como la música, sintonización de audios, libros grabados, entre otros, donde se aprovechen las facultades del sonido.</p>
2	Promover la reparación de la sinapsis en las CCI, buscando la supervivencia neuronal y el brote dendrítico dentro de la cóclea adulta.	Enfoque médico / farmacológico	<p>Aplicación del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y la neurotrofina-3 (NT-3) a la membrana de la ventana redonda. Se realizaron incisiones cutáneas postauriculares bilateralmente y se expuso el nicho de la ventana redonda mediante una bullotomía. Se administró un bolo de prueba de 4 ml en la ventana redonda a través de una microjeringa de 5 ml, acoplada a una aguja de calibre 30. Los oídos tratados con neurotrofina recibieron BDNF humano y NT-3</p>	2 horas de exposición a ruido, aplicación inmediata tras la exposición y con seguimiento por 2 a 3 semanas.	<p>Este experimento no aborda si la neurotrofina puede haber protegido o regenerado las sinapsis.</p> <p>No se descarta la posibilidad de que las neurotrofinas puedan reparar las sinapsis dañadas, dado que la inflamación de las terminaciones nerviosas cocleares se encuentra cerca de las CCI hasta 48 horas después de la exposición al ruido.</p> <p>El efecto terapéutico del tratamiento con neurotrofinas fue más evidente en las regiones de 16 y 32 kHz de la cóclea.</p>

			humano. Estrategia usada en modelo animal (conejiillos de india).		La distribución del fármaco posterior a la aplicación se concentra en zonas de alta frecuencia en la cóclea, posiblemente por su ubicación cercana a la ventana redonda.
3	Regular la excitotoxicidad del glutamato para prevenir la sinaptopatía coclear inducida por ruido.	Enfoque médico / farmacológico	Aplicación de bloqueadores de los receptores de glutamato AMPA/KA o NMDA como kynurenate y DNQX. Estrategia aplicada en modelos animales.	No descrito	Reducen el daño dendrítico de las neuronas del ganglio espiral
			Aplicación de Neurotrofinas. Estrategia aplicada en modelos animales.		Capacidad para modular la señalización del calcio o incluso para reducir la generación de radicales libres. Fundamentales para la formación sináptica coclear durante el desarrollo. las neurotrofinas como NT-3 y BDNF pueden rescatar la sinaptopatía al promover la regeneración sináptica.
			Aplicación de MK-801, un antagonista del subtipo NMDA del receptor de glutamato. Estrategia aplicada en modelos animales.		No se ha descrito exactamente si protege la sinapsis de las CCI y las Neuronas del Ganglio Espiral o si actúa bajo otros mecanismos.
4	Mejorar algunos aspectos del procesamiento auditivo y así contrarrestar impactos de la exposición al ruido, a través de la formación musical.	Enfoque rehabilitador	Entrenamiento musical en seres humanos.	No descrito	Se demostró que los participantes con más entrenamiento musical fueron mejores en tareas de procesamiento, sin embargo, no se encontró que los músicos fueran mejores en cualquiera de las pruebas de habla en ruido. La formación musical proporciona aparentemente a los oyentes ventajas al procesar los tonos en ruido, pero hay otros factores que participan en señales complejas como el habla en ruido.

5	Promueve y activar el crecimiento de las células al aumentar el potencial de la membrana mitocondrial y la producción de ATP después del estrés oxidativo, a través de la fotobiomodulación	Enfoque médico / farmacológico	-Láser de diodo de 808 nm. -Aplicación de anestesia. -Irradiación durante 60 minutos. -La fibra óptica se unió a un tubo hueco y se colocó en el Conducto Auditivo Externo a 1 mm de la membrana timpánica. El ángulo de la punta del láser se confirmó mediante tomografía microcomputarizada y el láser alcanzó la cóclea a través de la membrana timpánica. Estrategia usada en modelo animal (rata).	1 vez al día durante 7 días	Recuperación completa tras 2 semanas de la exposición a ruido en todas la frecuencias (particularmente 12, 16 y 32kHz). Se evidencio mayor mantenimiento en las cintas pre sinápticas. Se identificó que la fonobiomodulación protege las células neuronales con la excitotoxicidad por glutamato NMDA y Kainato al aumentar los componentes intracelulares reduciendo niveles de óxido nítrico
6	Restaurar conexiones sinápticas entre las Neuronas del Ganglio Espiral y las CCI. Revertir la sinaptopatía coclear.	Enfoque médico / farmacológico	Administración local de NT-3 o BDNF. Estrategia usada en modelo animal (rata).	No descrito	Efectos beneficiosos sobre las Neuronas del Ganglio Espiral y la audición.
			Agonistas de anticuerpos monoclonales TrkB o TrkC y moléculas pequeñas, junto con BDNF y NT-3, en modelos ex vivo de cóclea de rata.		Los agonistas de TrkB, BDNF y un anticuerpo monoclonal, M3, tuvieron los mayores efectos sobre la supervivencia de Neuronas del Ganglio Espiral, el crecimiento de neuritas y la ramificación. En explantes cocleares organotípicos, BDNF y anticuerpo monoclonal M3

					mejoraron la formación de sinapsis entre las Neuronas del Ganglio Espiral y las CCI y restauraron estas conexiones después de la sinaptopatía coclear inducida.
					BDNF y NT-3 desempeñan un papel destacado en el establecimiento de sinapsis de fibra aferente tipo 1 con las CCI durante el desarrollo.
7	Promover la recuperación coclear de una lesión excitotóxica y dar implicaciones para el tratamiento de la neuropatía coclear y la prevención de la hipoacusia oculta	Enfoque médico / farmacológico	Inhibición de la adenosina A2AR, aplicación de istradefilina ante un proceso de lesión coclear por ácido kaínico (NK). Estrategia usada en modelo animal (rata).	Aplicación de Istradefilina posterior a una exposición con NK durante 2 horas	<p>La inhibición de A2AR es un mecanismo bien establecido de neuromodulación y neuroprotección</p> <p>La adición de istradefilina mejoró la supervivencia de las sinapsis aferentes y contribuyó al mantenimiento de la población de Neuronas del Ganglio Espiral.</p> <p>Fuerte papel neuroprotector de la istradefilina en un modelo de rata de lesión coclear excitotóxica.</p> <p>La administración de istradefilina mejora la densidad de Neuronas del Ganglio Espiral y el número de sinapsis aferentes después del tratamiento con NK y, por lo tanto, promueve el rescate coclear de la lesión excitotóxica.</p>
8	Mejorar la comprensión del habla en ruido.	Enfoque rehabilitador	Uso de dispositivos de escucha FM en seres humanos.	No descrito	Amplios beneficios, pero no son descritos.
9	Regenerar la sinapsis coclear y apoyar proceso de comprensión a través de rehabilitación	Enfoque mixto (Enfoque médico / farmacológico y Enfoque rehabilitador)	<p>Inyección local de factores tróficos o ingeniería genética, mediante inyección de neurotrofina-3 (NT-3) en el nicho de la ventana redonda en modelos animales.</p> <p>Inyección unilateral de virus adenoasociado (AAV) que</p>	<p>No descrito</p> <p>No descrito</p>	<p>El NT-3 revirtió las pérdidas sinápticas y restauró la recuperación funcional de las respuestas supraumbral en las amplitudes de ABR y DPOAE de onda I.</p> <p>En oídos no expuestos, la sobreexpresión de NT3 no afectó a</p>

			<p>contienen genes de NT3 o proteína verde fluorescente (GFP), a través del canal semicircular posterior en ratones con Hipoacusia Oculca inducida por ruido.</p>		<p>los umbrales, sin embargo, la sobreexpresión de GFP provocó la pérdida de CCI. En oídos expuestos, la sobreexpresión de NT3 aumentó los cambios de umbral permanentes.</p>
			<p>Audífonos con baja amplificación en seres humanos.</p>	No descrito	No descrito.
			<p>Rehabilitación con programas de entrenamiento auditivo desarrollados por universidades o empresas privadas, por ejemplo, CLEAR. Estrategias diseñadas para aplicación en seres humanos.</p>	No descrito	No descrito, se define que hace falta más evidencia en el uso de personas con umbrales auditivos normales y dificultades para hablar en ruido.
10	<p>-Mejorar la calidad de vida de personas con audición normal teniendo en cuenta sus necesidades comunicativas y las dificultades para escuchar el habla en ruido. -Comprender y abordar los impactos psicosociales de las dificultades auditivas desde un modelo holístico de atención de la salud auditiva.</p>	<p>Enfoque mixto (Enfoque rehabilitador y Enfoque holístico)</p>	<p>Se aplicaron encuestas para determinar el tipo de intervención usada por los profesionales: -Uso de audífono, estrategia de rehabilitación y consejería audiológica. Auriculares que filtran el ruido, puede ser usado por personas con audición normal para apoyar las conversaciones en entornos ruidosos. Audífonos tradicionales, audífonos, micrófonos remotos y capacitación en comunicación -Asesoramiento sobre tácticas de audición, comunicación, estrés y ansiedad. -Asesorías grupales o individuales. -Entrenamiento auditivo. -Entrenamiento en internet y aplicaciones. -Sin atención por audición normal. - Derivación a otro servicio. Las anteriores estrategias descritas se diseñaron para su aplicación en</p>	No descrito	<p>-Los audífonos, otros dispositivos auditivos, el asesoramiento y la capacitación en comunicación individual como "poco efectivos" o "algo efectivos". -Los micrófonos remotos se calificaron con mayor frecuencia como "algo efectivos" o "muy efectivos". -De 7 posibles opciones de tratamiento (ninguna, audífonos, otros dispositivos auditivos, asesoramiento, capacitación en comunicación individual o grupal, remisión), preferirían proporcionar otros dispositivos auditivos a esta población. -Un porcentaje de la población prefiere asesoramiento y capacitación en comunicación individual. -Ninguno de los profesionales encuestados consideró la ausencia</p>

			seres humanos.		de tratamiento como una opción ideal. -Un porcentaje de la población refiere no sabe qué tratamiento preferiría proporcionar. -Destacaron la necesidad de aumentar la conciencia pública sobre sus dificultades auditivas, mejorar el diseño de los lugares públicos y promover hábitos auditivos saludables que prevengan el deterioro de la audición
11	Mejorar y regenerar la sinapsis en CCI y minimizar la Hipoacusia oculta.	Enfoque médico / farmacológico	Neurotrofinas como terapia potencial: las neurotrofinas, en particular la neurotrofina 3 (NT-3).	Aplicación de neurotrofinas tras la sobreexposición al ruido (2 semanas).	Eficacia potencial de NT-3 como opción terapéutica, mejorar la sinapsis CCI. Cambios (recuperación) de las amplitudes de la onda I en el ABR, recuperadas tras 2 semanas posteriores a la exposición al ruido.
			Modulación de la retroalimentación eferente. Estrategias usadas en modelo animal.	Ablación quirúrgica	Estrategia potencial para minimizar la hipoacusia oculta. La posibilidad que las conexiones transitorias de las CCI ocurren durante el desarrollo y contribuyen a esta respuesta al ruido.
12	-Regenerar las sinapsis cocleares aferentes después de la sinaptopatía inducida por ruido. -Proteger y regenerar la función coclear.	Enfoque médico / farmacológico	Aplicación de 2 moléculas pequeñas agonistas del receptor TrkB, amitriptilina y dihidroxiflavona, directamente en la cóclea a través de la región posterior del canal semicircular  Estrategia aplicada in vitro con explantes cocleares de modelo animal (ratón).	48 horas después de la exposición al ruido	Aumento significativo de la regeneración sináptica Restauración de la sinapsis de forma parcial 2 semanas después del tratamiento farmacológico y con una duración aproximada de 1 año. Aumento significativo en las cintas y las terminaciones neuronales con respecto a las que no fueron tratadas; recuperación de cerca de 5dB a las 2 semanas. Cambios en la onda I del ABR.

#### 4.2.1. Análisis de categoría objetivo de intervención

De los 12 artículos seleccionados para la revisión narrativa se identificaron 4 corrientes principales con relación a los objetivos de intervención planteados por los diferentes autores, en esa línea, presentamos en la siguiente tabla los planteamientos

TABLA 4. RESULTADOS DE OBJETIVOS DE INTERVENCIÓN	
Objetivos	Artículo que aplica objetivo
Atender sintomatología de discriminación del habla en ruido a través del trabajo de conexiones nerviosas y entrenamiento auditivo-cerebral.	Artículo 1 Artículo 4 Artículo 8
Mejorar o restaurar la sinapsis coclear.	Artículo 2 Artículo 3 Artículo 6 Artículo 7 Artículo 11 Artículo 12
Mejorar la hipoacusia oculta a través del trabajo celular a nivel mitocondrial	Artículo 5
Objetivo mixto - Combina el trabajo de entrenamiento auditivo (rehabilitador) y de restauración de sinapsis coclear. - Combina el trabajo de entrenamiento auditivo (rehabilitador) y el trabajo desde el punto de vista psicosocial.	Artículo 9 Artículo 10

La mayoría de los artículos direccionan su intervención basada en el objetivo de mejorar o restaurar la sinapsis coclear (6 artículos), continúan en la escala los artículos que se enfocan en el trabajo de entrenamiento auditivo (3 artículos), en menor

proporción se encuentran los artículos que tienen objetivos mixtos (2 artículos) o que trabajan a nivel celular y mitocondrial (1 artículo).

#### 4.2.2. Análisis de categoría enfoque de intervención

Los enfoques seleccionados para la clasificación de artículos de la presente revisión narrativa son el enfoque Rehabilitador, Médico / Farmacológico, Holístico y Mixto. En esa línea se presenta a continuación la aplicación de estos enfoques en los documentos trabajados

<b>TABLA 5. RESULTADOS DE ENFOQUES DE INTERVENCIÓN</b>	
<b>Enfoque</b>	<b>Artículos que aplican enfoque</b>
Rehabilitador	Artículo 1 Artículo 4 Artículo 8
Médico / Farmacológico	Artículo 2 Artículo 3 Artículo 5 Artículo 6 Artículo 7 Artículo 11 Artículo 12
Mixto ( Médico / Farmacológico - Rehabilitador)	Artículo 9
Mixto ( Rehabilitador / Holístico)	Artículo 10

El enfoque de intervención con mayor uso en las propuestas realizadas por los autores es el médico / farmacológico con 7 artículos, en el cual podemos ver que los autores

hacen uso de procedimientos médicos tales como aplicación de medicamentos, irradiación, entre otros en diferentes zonas del oído a fin de minimizar el impacto y/o mejorar las conexiones sinápticas.

El enfoque rehabilitador con 3 de las 12 propuestas investigativas sigue como el segundo enfoque más utilizado proponiendo modelos de entrenamiento auditivo-cerebral para la hipoacusia oculta.

Los enfoques mixtos se encuentran en menor proporción de uso, 2 artículos y proponen la intervención con el uso de estrategias de 2 enfoques distintos que se complementan.

#### 4.2.3. Análisis de categoría estrategias de intervención

Con relación a las estrategias reportadas por los autores para la intervención se presenta la siguiente tabla

<b>TABLA 6. RESULTADOS DE ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN</b>	
Aplicación de neurotrofinas (BDNF y/o NT-3) en la ventana redonda	Artículo 2 Artículo 3 Artículo 6 Artículo 9 Artículo 11
Aplicación de bloqueadores de glutamato	Artículo 3
Aplicación de Adenosina A2AR, instractefilina	Artículo 7
Aplicación agonistas del receptor TrkB, amitriptilina y dihidroxiflavona	Artículo 12
Irradiación de la membrana timpánica	Artículo 5

Programas de entrenamiento cerebral y auditivo	Artículo 1 Artículo 9 Artículo 10
Entrenamiento musical	Artículo 4
Uso de dispositivos de escucha FM / audífonos	Artículo 8 Artículo 9 Artículo 10
Asesorías individuales y grupales	Artículo 10

Frente a las estrategias de intervención utilizadas en las 12 investigaciones seleccionadas en esta revisión narrativa, se encuentran intervenciones con enfoques médico / farmacológico que utilizan la aplicación de medicamentos tales como neurotrofinas, bloqueadores de glutamato, adenosina y agonistas de receptor, y la irradiación; como métodos de intervención para la hipoacusia oculta, específicamente 8 de los artículos plantean este tipo de posibilidades de tratamiento.

Seguido a estas estrategias se encuentran los programas de entrenamiento cerebral y auditivo con 3 investigaciones relacionadas a este manejo y el entrenamiento musical con 1 investigación; el uso de dispositivos de escucha FM o uso de audífonos con baja amplificación son considerados en 3 de los artículos tomados en esta revisión. Frente al manejo con asesorías individuales y/o grupales como método de intervención se encuentra 1 artículo. Es importante resaltar que algunas de las investigaciones realizan la propuesta de 1 o más estrategias de intervención para el manejo de la hipoacusia oculta.

#### 4.2.4. Análisis de categoría tiempo de intervención

En lo que respecta a los tiempos de intervención reportados por los autores para la intervención se presenta la siguiente tabla

TABLA 7. RESULTADOS DE TIEMPO DE INTERVENCIÓN	
Aplicación inmediata tras la exposición a ruido	Artículo 2 Artículo 7 Artículo 12
Aplicación entre las primeras semanas (1 a 4)	Artículo 5 Artículo 11
Aplicación en meses (1 a 2)	Artículo 1
No descritos	Artículo 3 Artículo 4 Artículo 6 Artículo 8 Artículo 9 Artículo 10

Con relación a la variable de tiempo de aplicación de la intervención propuesta en los 12 artículos, se encuentra que de las 12 investigaciones planteadas, 6 no definen un tiempo específico en el que deba ser aplicado el tratamiento a las personas con hipoacusia oculta; 3 de los artículos proponen aplicación inmediata (dentro de las primeras horas después de la exposición a ruido), algunos con seguimiento posterior a su efecto; 2 de las investigaciones proponen la aplicación entre las semanas 1 y 4

posterior a la exposición al ruido; y finalmente 1 de los artículos propone la aplicación en meses de 1 a 2 después de la exposición a ruido.

#### 4.2.5. Análisis de categoría efecto de intervención

En lo que respecta a los efectos de la intervención los resultados son variados dependiendo de la estrategia reportada por los autores en los artículos, se presenta a continuación lo encontrado

TABLA 8. RESULTADOS DE EFECTOS DE INTERVENCIÓN	
Mejoría notable o significativa	Artículo 1 Artículo 5 Artículo 6 Artículo 7 Artículo 11 Artículo 12
Mejoría parcial	Artículo 2 Artículo 3 Artículo 4 Artículo 8 Artículo 9 Artículo 10
Sin mejoría	No aplica

Los resultados de la aplicación de intervención en los artículos están en igual proporción entre intervención con mejoría significativa (6 artículos) y mejoría parcial (6 artículos), ninguno de los artículos reportó que no existía ninguna mejoría al respecto.

Se resalta también que es común encontrar reportes que sugieren que es necesaria más investigación aplicada para definir efectividad de las alternativas de tratamiento.

## 5. DISCUSIÓN

El desarrollo de la presente revisión narrativa ha permitido tener un panorama de los últimos reportes investigativos con relación a la intervención en la hipoacusia oculta. Siendo una temática relativamente nueva se ha evidenciado un amplio abordaje desde el punto de vista de etiología, diagnóstico e intervención.

Es por ello que al considerar las distintas visiones de los diversos autores, se resalta que tras el rápido progreso en las investigaciones y la posibilidad diagnóstica de patologías como la hipoacusia oculta se evidencia la necesidad de profundizar en las posibilidades terapéuticas que busquen disminuir, minimizar y/o mitigar el impacto en la comunicación de las personas que la padecen, así como los riesgos de trastornos cognitivos que pueden afectar a la población.

Realizando el proceso de investigación en la revisión narrativa se pudo llegar a una consolidación de diferentes reportes que evidencian que ha sido de interés el definir una acción terapéutica ante la patología de hipoacusia oculta. En 2014 Plack, C., Barker, D. &Prendergast, G. plantearon la posibilidad de que a largo plazo ya estuvieran disponibles tratamientos para la pérdida auditiva oculta y justo en ese momento ya daban indicio del uso de neurotrofinas para mejorar la conexión de terminales nerviosas dañadas, tratamientos con células madres, uso de audífonos con micrófonos direccionales y otros recursos basados en estrategias de procesamiento de señal auditiva para apoyar la discriminación del habla en ruido, situación que aqueja al que padece de este diagnóstico.

Lo planteado por los autores Plack, C., Barker, D. &Prendergast, G. (2014) no se aleja de lo encontrado en los reportes investigativos, dado que se han empezado a aplicar tratamientos desde el punto de vista farmacológico así como también estrategias de rehabilitación.

Otros autores, entre los que destacamos a Pang, J., Beach, E., Gilliver, M. y Yeend, I. quienes en 2019, hacen énfasis en la necesidad de desarrollar nuevas opciones terapéuticas centradas exclusivamente en el paciente, llevándolos a tener cierto grado de autoeficacia y la capacidad de autogestión de las capacidades comunicativas necesarias, adicional al uso de dispositivos como ayudas auditivas; situación que contrasta con lo encontrado en la propuesta de Mealings, K., Yeend, I., Valderrama, J., Gilliver, M., Pang, J., Heeris, J., & Jackson, P en 2020 que proponen la mejora en la calidad de vida de las personas con pérdida auditiva oculta a través de estrategias como el uso de ayudas auditivas en apoyo con intervención a través de la consejería audiológica y entrenamientos tanto individuales como grupales que buscan fortalecer las habilidades comunicativas de las personas en los diferentes contextos. Pese a que en algunas de sus conclusiones plantean la efectividad baja de este tipo de intervenciones, se considera importante seguir explorando este tipo de estrategias rehabilitadoras.

Las distintas posturas han planteado manejos desde los terapéuticos a nivel médico con la aplicación de medicamentos, proteínas, entre otros; así como tratamientos que se desarrollan con el uso de softwares de entrenamiento, consejerías e incluso ayudas auditivas; y al correlacionar estas posibilidades se encuentran relaciones estrechas que brindan suficiente soporte investigativo, dando la posibilidad de continuar optimizando estas bases teóricas con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas que padecen hipoacusia oculta.

Respecto a los enfoques médicos existen autores que proponen la aplicación de proteínas tales como las neurotrofinas buscando de forma general la reparación o restauración de las sinapsis de las CCI, regulando la excitotoxicidad del glutamato y minimizando el impacto de la hipoacusia oculta; así mismo, Sly, D., Campbell, L., Uschakov, A., Saief, S., Lam, M., & O'Leary, S. en 2016 proponen la aplicación de factores neurotróficos derivados del cerebro como el BDNF y las neurotrofinas NT-3 a través de la ventana redonda logrando la reparación de algunas sinapsis afectadas en las zonas de alta frecuencia de la cóclea; en la misma línea terapéutica, autores como Kobel, M., le Prell, C., Liu, J., Hawks, J., & Bao, J. en 2017 proponen además del uso de neurotrofinas la aplicación de bloqueadores de glutamato como kynurenate y DNQX y MK-801, logrando reducir el daño de las neuronas del ganglio espiral, aunque no evidenciaron una óptima protección de las sinapsis de forma efectiva, si dejan una luz a posteriores investigaciones.

El sustento teórico descrito anteriormente, se fundamenta, con lo mencionado por Kujawa, S. G., & Liberman, M. C. (2015). quienes sugieren que las neurotrofinas, incluidas NT-3, BDNF y/o GDNF, pueden llegar a prolongar la supervivencia de Neuronas del GE; de esta forma se sugirió que los tratamientos con NT-3 podrían provocar la regeneración de los terminales periféricos y las sinapsis de las CCI.

Con base a este enfoque, en 2019 investigadores como Szobota, S., Mathur, P., Siegel, S., Black, K., Uri Saragovi, H., & Foster, A, a través de la aplicación de neurotrofinas confirman los beneficios obtenidos a nivel auditivo en las neuronas del ganglio espiral. Estos mismos resultados son soportados en 2020 por Kohrman, D., Wan, G., Cassinotti, L., & Corfas, G quienes identifican la eficacia de la NT-3 en procesos de regeneración de sinapsis, mejoramiento en las amplitudes de la onda I y conexiones de las Células Ciliadas Internas favoreciendo las respuestas de las personas con hipoacusia oculta en su comunicación en entornos ruidosos.

Para el mismo año, 2019, Coate, T. M., Scott, M. K., & Gurjar, M. propone mitigar los efectos de la excitotoxicidad del glutamato a través del uso de terapias basadas en neurotrofinas, que pretendan maximizar la supervivencia neuronal y de las sinapsis de cinta a nivel coclear, dando las pautas para incrementar la investigación en este campo.

Con la evolución investigativa en esta patología, Han, B., Lin, S., Espinosa, K., Thorne, P., & Vlajkovic, S (2019) logran demostrar la mejora significativa en la densidad de las Neuronas del GE y la mejora sustancial en el número de sinapsis aferentes con el uso y aplicación de intradefilina; hallazgos semejantes a los encontrados 2 años después por Fernández, K., Takahisa, W., Tong, M., Meng, X., Tani, K., Kujawa, S. & Edge, A. (2021) con la aplicación de agonistas del receptor TrkB, amitriptilina y dihidroxiflavona, directamente en la cóclea.

Otra de las posibilidades terapéuticas planteadas dentro del enfoque médico, es la irradiación, que fue investigada por Lee, J., Lee, M., Chung, P., & Jung, J. (2019), esta usa la colocación de fibra óptica en el Conducto Auditivo Externo, logrando la recuperación y mantenimiento de cintas pre-sinápticas en frecuencias 12, 16 y 32 kHz; lo que conlleva a ratificar que la fotobiomodulación protege a las células de la excitotoxicidad y la reducción de los niveles de óxido nítrico. Esta postura puede seguir siendo desarrollada, ya que en la revisión narrativa planteada no se identifica mayor evidencia al respecto.

Se debe destacar que como se registró en la tabla 3 de resultados, las estrategias de intervención con enfoque médico / farmacológico se han usado en modelos animales, por tal razón se hace necesario avanzar en la aplicación de estos recursos en seres humanos que permitan aumentar la Práctica Basada en la Evidencia y crear fiabilidad en este tipo de tratamientos.

Asociado a este manejo médico / farmacológico pero con un enfoque adicional, considerado en esta revisión narrativa como enfoque mixto, se encuentra la propuesta realizada por Siati, R., Rosenzweig, F., Gersdorff, G., Gregoire, A., Rombaux, P. & Deggou, N. en 2020 que propone distintas estrategias, entre las que se encuentran el uso de neurotrofinas tal como lo describieron en años previos otros autores, sumado a ello sugirieron el uso de audífonos con baja amplificación que pese a que no registra beneficios puntuales, si buscan apoyo en el proceso rehabilitador junto con el uso de programas de entrenamiento auditivo que permitan mejorar la comunicación en ambientes difíciles.

Este enfoque descrito se correlaciona con otros propuestos como mixtos, en el que se abordan manejos netamente rehabilitadores y holísticos, por ello Aedo, C., & Aguilar, E. en el 2020 proponen procesos de rehabilitación con apoyos diversos tales como uso de audífonos y/o dispositivos remotos, asesoría grupal o individual y promoción de hábitos necesarios para evitar el deterioro auditivo. Esto ha sido ampliamente respaldado por otros autores como Mealings, K., Yeend, I., Valderrama, J. T., Gilliver, M., Pang, J., Heeris, J., & Jackson, P. (2020) que propone el manejo de pacientes a través de una concepción biopsicosocial que tiene en cuenta aspectos de tipo social, psicológico y conductual, para ello sugieren el uso de herramientas y pautas clínicas basadas en evidencia.

En contraste con los enfoques previamente descritos, otros autores definen procesos netamente rehabilitadores en los cuales plantean la necesidad de uso de estrategias que busquen la mejora de la comprensión del habla en ruido promoviendo la conexión y sinapsis óptima a través de programas específicos diseñados para la rehabilitación.

Tal es así, que Mackenzie, D. en 2015 propone el uso de un programa de entrenamiento cerebral por 8 semanas, obteniendo así resultados positivos frente a la mejora del procesamiento y facilidad para comprender el habla en ruido, mejora en la inteligibilidad del habla y facilidad en el procesamiento de ciertos sonidos. Resultados similares frente a tareas de procesamiento son los encontrados por Yeend, I., Beach, E., Sharma, M., & Dillon, H. en 2017; quienes describen que tras el uso de programas de entrenamiento musical se logra evidenciar mayores ventajas en procesamiento de tonos y sonidos en ruido, incluso en algunas señales de habla.

En el mismo enfoque rehabilitador, pero con el uso de dispositivos tecnológicos está la investigación propuesta por Wang, T., Chang, T., Tyler, R., Lin, Y., Liang, W., Shau, Y., Lin, W., Chen, W., Lin, C. & Tsai, M. (2020) quienes sugieren el uso de dispositivos FM de escucha, los cuales a través del tiempo han demostrado ser bastante útiles al momento de recibir información en entornos ruidosos.

Este trayecto investigativo reportado a través de la presente revisión narrativa demuestra el amplio bagaje que existe alrededor de la hipoacusia oculta y su intervención audiológica; sin embargo, no se deja de lado la importancia de continuar el proceso de investigación e involucrar reportes Basados en Evidencia con aplicación en seres humanos, ya que esto genera un mayor impacto en la comunidad científica y propicia el avance a seguir.

## **6. CONCLUSIONES**

- Teniendo en cuenta las investigaciones, el número de personas que son potencialmente susceptibles de padecer la hipoacusia oculta va en aumento, debido a que esta deriva de la exposición a ruido sin importar la edad.

Actualmente, es común la exposición a ruido desde la parte laboral como desde el ocio, uso de auricular, eventos sociales y deportivos, conciertos, videojuegos, entre otros, afectando a una gran parte de la población.

- La pérdida auditiva oculta trae consigo dificultades en la discriminación del lenguaje hablado en ruido, es por ello que tiene un impacto significativo en los contextos sociales en que se desenvuelve la persona, afectando su interacción y comunicación, se resalta la importancia de generar investigación alrededor del tema de la intervención de esta patología, dado que genera limitaciones y altera el bienestar de la persona.
- A lo largo de los años las personas han desarrollado de manera autónoma diversas estrategias para resolver la dificultad que tienen, piden repetición del mensaje, realizan cierres auditivos, restricciones del disfrute de actividades sociales y aislamiento; lo anterior debido a que no han encontrado solución desde la consulta audiológica, es por ello que es importante apostarle a la divulgación de esta temática desde el punto de vista de diagnóstico y rehabilitación que le compete al audiólogo.
- Siendo la hipoacusia oculta un tema relativamente nuevo, ya se han desarrollado una cantidad significativa de investigaciones, Sin embargo, es necesario avanzar más en la Práctica Basada en Evidencia donde se reporte la aplicación de diferentes técnicas, estrategias y programas de rehabilitación que apoyen el proceso terapéutico y que permitan tener un panorama más amplio para la atención de la patología, así como también conocer los efectos de tal tratamiento o manejo brindado.
- Es necesario que en el proceso de actualización y capacitación dirigidas a los profesionales de audiológica y medicina, se trabaje fuertemente en este tipo de diagnóstico y en su intervención, ya que como lo han estimado las

investigaciones, es recurrente que las personas tengan dificultad para entender en situaciones de ruido lo que puede asociarse a esta patología.

- De acuerdo a los resultados de la revisión narrativa se evidencia la importancia del fortalecimiento del rol de audiólogo, en ese sentido, se deben dirigir funciones de promoción del cuidado auditivo haciendo conciencia en las implicaciones de la exposición a ruido recreativo y laboral, y dirigiendo campañas de autocuidado y evaluación temprana. Funciones de diagnóstico integral y diferencial que evidencia el estado auditivo y el desempeño comunicativo de la persona. Así como también funciones a nivel terapéutico, desde la orientación, consejería, acompañamiento hasta acciones de rehabilitación, terapia entrenamiento en habilidades auditivas y uso de dispositivos como los sistemas FM y audífonos.

## **7. RECOMENDACIONES**

Esta revisión narrativa permitió indagar e identificar la evidencia disponible alrededor del manejo audiológico ante la hipoacusia oculta, en esa línea se reportaron enfoques y estrategias de intervención. Reconociendo el proceso y producto de la investigación se recomienda lo siguiente:

- Los reportes encontrados que den cuenta de la intervención específica ante el diagnóstico seleccionado son pocos, se recomienda más investigación y publicación que oriente, desde la Práctica Basada en evidencia, el quehacer del audiólogo. Esto con el objetivo de aportar en la construcción del conocimiento y en el ejercicio de la práctica clínica.
- Se identifican reportes de intervenciones generalizadas sin aplicación a grupos estandarizados. Se recomienda que próximas investigaciones especifiquen la aplicación de las estrategias de intervención en población específica para dar

más nivel de evidencia a la investigación desarrollada.

- El posicionamiento de la profesión en sus campos de acción también está determinado por la investigación, de esta manera es necesario que para el contexto nacional colombiano se empiece a aportar, pues, aunque se reconoce el trabajo que están ejerciendo los profesionales no se encontraron reportes investigativos. Adicionalmente, se sugiere que las producciones científicas involucren la Práctica Basada en Evidencia.

## 8. REFERENCIAS

Aguilera, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis?. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359-360. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010>

Aparicio, M. (2013). *Métodos, técnicas y estrategias*. Universidad tecnológica. Facultad de maestrías y estudios de postgrados. Maestría en Investigación y Docencia Universitaria. Recuperado de: <https://maestriautec.wordpress.com/3-5-metodos-tecnicas-y-estrategias/>

Bakay, W., Anderson, L. A., Garcia-Lazaro, J. A., McAlpine, D., & Schaette, R. (2018). Hidden hearing loss selectively impairs neural adaptation to loud sound environments. *Nature communications*, 9(1), 4298. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06777-y>

Bal, N., & Derinsu, U. (2021). The possibility of cochlear synaptopathy in young people using a personal listening device. *Auris Nasus Larynx*, 48(6), 1092–1098. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2021.03.015>

Bao, J., Jegede, S. L., Hawks, J. W., Dade, B., Guan, Q., Middaugh, S., Qiu, Z., Levina, A., & Tsai, T.-H. (2022). Detecting Cochlear Synaptopathy Through Curvature Quantification of the Auditory Brainstem Response. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 16. <https://doi.org/10.3389/fncel.2022.851500>

Barbee, C., James, J., Park, J., Smith, E., Johnson, C., Clifton, S. y Danhauer, J. (2018). Effectiveness of Auditory Measures for Detecting Hidden Hearing Loss and/or Cochlear Synaptopathy: A Systematic Review. Thieme Medical Publishers. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1641743>

Bramhall, N. F., Reavis, K. M., Feeney, M. P., & Kampel, S. D. (2022). The Impacts of Noise Exposure on the Middle Ear Muscle Reflex in a Veteran Population. *American Journal of Audiology*, 31(1), 126–142. [https://doi.org/10.1044/2021\\_AJA-21-00133](https://doi.org/10.1044/2021_AJA-21-00133)

Budak, M., Roberts, M. T., Grosh, K., Corfas, G., Booth, V., & Zochowski, M. (2022). Binaural Processing Deficits Due to Synaptopathy and Myelin Defects. *Frontiers in Neural Circuits*, 16. <https://doi.org/10.3389/fncir.2022.856926>

Cañete, O. (2006). Desorden del procesamiento auditivo central (DPAC). *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 66(3), 263-273. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162006000300014>

Coate, T. M., Scott, M. K., & Gurjar, M. (2019). Current concepts in cochlear ribbon synapse formation. In *Synapse* (Vol. 73, Issue 5). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/syn.22087>

Caro, J. y San Martín, J. (2020) Anatomía y Fisiología del oído. Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Medicina. <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2020/03/6.-Anatomia-y-fisiologia-del-oido-Patologi%CC%81a-oido-externo-Evaluacion-auditiva.pdf>

Coate, T. M., Scott, M. K., & Gurjar, M. (2019). Current concepts in cochlear ribbon synapse formation. In *Synapse* (Vol. 73, Issue 5). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/syn.22087>

Córdoba, P., Coto, K., Ramírez, M. (2005). La comprensión auditiva: definición, importancia, características, procesos, materiales y actividades *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, vol. 5, núm. 1, enero-junio, 2005. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44750107>

Diccionario de la Real Academia Española. (2022). Estrategia. Recuperado en Agosto de 2022 de <https://dle.rae.es/estrategia>

Diccionario de la Real Academia Española. (2022). Farmacología. RAE. Recuperado en Agosto de 2022 de <https://dle.rae.es/farmacolog%C3%ADa>

Diccionario de la Real Academia Española. (2022). Holismo. RAE. Recuperado en Agosto de 2022 de <https://dle.rae.es/holismo>

Diccionario de la Real Academia Española. (2022). Rehabilitación. RAE. Recuperado en Agosto de 2022 de <https://dle.rae.es/rehabilitaci%C3%B3n#>

Dhruvakumar, S., Shambhu, T., & Konadath, S. (2021). Assessment of Hidden Hearing Loss in Individuals Exposed to Occupational Noise Using Cochlear, Neural, Temporal Functions and Quality of Life Measures. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s12070-021-02373-7>

Fernández, K., Watabe, T., Tong, M., Meng, X., Tani, K., Kujawa, S. y Edge, A. (2021). Trk agonist drugs rescue noise-induced hidden hearing loss. <https://doi.org/10.1172/jci.insight.142572>. PMID: 33373328; PMCID: PMC7934864.

Formación universitaria. (2011). La Literatura Gris. *Formación universitaria*, 4(6), 1-2. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000600001>

Fortich, N. (2013). ¿Revisión sistemática o revisión narrativa? *Ciencia y Salud Virtual*. Vol. 5 No. 1, pp.1-4. Corporación Universitaria Rafael Núñez

Fuchs, P., Glowatzki, E. & Moser, T. (2003). The afferent synapse of cochlear hair cells. *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 13, no. 4, pp. 452–458.

Harrison, R. T., & Bielefeld, E. C. (2019). Assessing Hidden Hearing Loss after Impulse Noise in a Mouse Model. *Noise and Health*, 21(98), 35–40. [https://doi.org/10.4103/nah.NAH\\_38\\_18](https://doi.org/10.4103/nah.NAH_38_18)

Henry, K. S. (2022). Animals models of hidden hearing loss: Does auditory-nerve-fiber loss cause real-world listening difficulties? *Molecular and Cellular Neuroscience*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.mcn.2021.103692>

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición*. McGraw- Hill education.

Kara, E., Aydın, K., Alperen Akbulut, A., Karakol, S. N., Durmaz, S., Murat Yener, H., Deniz Gözen, E., & Kara, H. (2020). Assessment of hidden hearing loss in normal hearing individuals with and without tinnitus. *Journal of International Advanced Otolaryngology*, 16(1), 87–92. <https://doi.org/10.5152/iao.2020.7062>

Kohrman, D., Wan, G., Cassinotti, L. y Corfas, G. (2020). Hidden Hearing Loss: A Disorder with Multiple Etiologies and Mechanisms. [https://doi:10.1101/cshperspect.a035493](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a035493)

Kujawa, S. G., & Liberman, M. C. (2015). Synaptopathy in the noise-exposed and aging cochlea: Primary neural degeneration in acquired sensorineural hearing loss. *Hearing Research*, 330, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.02.009>

Liberman, M., Epstein, M., Cleveland S., Wang, H. y Maison, S. (2016). Toward a Differential Diagnosis of Hidden Hearing Loss in Humans. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162726>

Lin, S., Lin, X., Ye, S., Lin, Y., Shu, B., Hu, J., & Lin, D. (2020). Is there “hidden hearing loss” in patients with chronic rhinosinusitis? *International Journal of Audiology*, 59(2), 124–131. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1658906>

Maele, T. Vande, Keshishzadeh, S., de Poortere, N., Dhooge, I., Keppler, H., & Verhulst, S. (2021). The Variability in Potential Biomarkers for Cochlear Synaptopathy After Recreational Noise Exposure. <https://doi.org/10.23641/asha>

Megarbane, L. & Fuente, A. (2020). Association between speech perception in noise and electrophysiological measures: an exploratory study of possible techniques to evaluate cochlear synaptopathy in humans. *International Journal of Audiology*, 59(6), 427–433. <https://doi.org/10.1080/14992027.2020.1718783>

Mealings, K., Yeend, I., Valderrama, J. T., Gilliver, M., Pang, J., Heeris, J., & Jackson, P. (2020). Discovering the unmet needs of people with difficulties understanding speech in noise and a normal or near-normal audiogram. *American Journal of Audiology*, 29(3), 329–355. [https://doi.org/10.1044/2020\\_AJA-19-00093](https://doi.org/10.1044/2020_AJA-19-00093)

Ministerio de Salud. (1993). Resolución Número 8430. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.pdf>

Organización Mundial de la salud. (2021). Sordera y pérdida de la audición. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

Oxenham, A. J. (2016). Predicting the Perceptual Consequences of Hidden Hearing Loss. *Trends in Hearing*, 20. <https://doi.org/10.1177/2331216516686768>

Pang, J., Beach, E., Gilliver, M. y Yeend, I. (2019). Adults who report difficulty hearing speech in noise: an exploration of experiences, impacts and coping strategies. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1670363>

Plack, C. J., Barker, D., & Prendergast, G. (2014). Perceptual consequences of “hidden” hearing loss. *Trends in Hearing*, 18. <https://doi.org/10.1177/2331216514550621>

Prateek, L. y Prashanth, P. (2021). Efficacy of behavioral audiological tests in identifying cochlear synaptopathy: a systematic review. *European Archives of Otorhino-Laryngology*. <https://doi.org/10.1007/s00405-021-06927-x>

Prendergast, G., Guest, H. y Plack, C. (2015). The Relation Between Cochlear Neuropathy, Hidden Hearing Loss and Obscure Auditory Dysfunction. *Perspective on Hearing and Hearing Disorders: Research and Diagnostics Volume 19*, April 2015, Copyright © 2015 American Speech-Language-Hearing Association. <https://doi.org/10.1044/hhd19.1.32>

Ruiz, I. y Castro, J. (2006). Desórdenes del procesamiento auditivo. *Iatreia*, 19(4), 368-376. Retrieved October 02, 2022, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932006000400004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932006000400004&lng=en&tlng=es).

Shinn-Cunningham, B. (2017). Cortical and sensory causes of individual differences in selective attention ability among listeners with normal hearing thresholds. In *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* (Vol. 60, Issue 10, pp. 2976–2988). American Speech-Language-Hearing Association. [https://doi.org/10.1044/2017\\_JSLHR-H-17-0080](https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-H-17-0080)

Supra-Threshold Hearing and Fluctuation Profiles: Implications for Sensorineural and Hidden Hearing Loss. In *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology* (Vol. 19, Issue 4, pp. 331–352). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s10162-018-0669-5>

Tepe, V., Smalt, C., Nelson, J., Quatieri, T., & Pitts, K. (2017). Hidden hearing injury: The emerging science and military relevance of cochlear synaptopathy. *Military Medicine*, 182(9), e1785–e1795. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-17-00025>

Tremblay, K. L., Pinto, A., Fischer, M. E., Klein, B. E., Klein, R., Levy, S., Tweed, T. S., & Cruickshanks, K. J. (2015). Self-reported hearing difficulties among adults with normal audiograms: The beaver dam offspring study. *Ear and Hearing*, 36 (6), e290–e299. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000195>

Vincent, P., Bouleau, Y., Safieddine, S., Petit, C. y Dulon, D.(2014) Exocytotic machineries of vestibular type I and cochlear ribbon synapses display similar intrinsic otoferlin dependent Ca<sup>2+</sup> sensitivity but a different coupling to Ca<sup>2+</sup> channels. The Journal of Neuroscience, vol. 34, no. 33, pp. 10853–10869.

Wan, G., & Corfas, G. (2017). Transient auditory nerve demyelination as a new mechanism for hidden hearing loss. Nature Communications, 8.<https://doi.org/10.1038/ncomms14487>

Wei, M., Wang, W., Liu, Y., Mao, X., Chen, T. S., &Lin, P. (2020).Protection of Cochlear Ribbon Synapses and Prevention of Hidden Hearing Loss. In Neural Plasticity (Vol. 2020).Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2020/8815990>