



Cribado auditivo de la sordera postnatal en edad pediátrica: recomendaciones CODEPEH 2024

Hearing Screening for Postnatal Hearing Loss in Paediatric Age Groups: CODEPEH recommendations 2024

Autor: CODEPEH

(Faustino Núñez, Carmen Jáudenes, José Miguel Sequí, Ana Vivanco, José Zubicaray)

Para referencia bibliográfica:

Núñez, F. *et al.* (2024). Cribado auditivo de la sordera postnatal en edad pediátrica: recomendaciones CODEPEH 2024. *Especial FIAPAS* (182).

Todos los Documentos CODEPEH, y los folletos informativos complementarios, pueden ser consultados en la Biblioteca Virtual FIAPAS (<http://bit.ly/DocCODEPEH>). Descarga gratuita.

- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2014): "Sorderas sobrevenidas y diferidas en la infancia: recomendaciones CODEPEH 2014". Revista FIAPAS N° 151: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2015): "Diagnóstico etiológico de la sordera infantil: recomendaciones CODEPEH 2015". Revista FIAPAS N° 155: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2016): "Diagnóstico y tratamiento de la otitis media secretora infantil: recomendaciones CODEPEH 2016". Revista FIAPAS N° 159: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2017): "Diagnóstico y tratamiento de la hipoacusia unilateral o asimétrica en la infancia: recomendaciones CODEPEH 2017". Revista FIAPAS N° 163: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2018): "Actualización de los programas de detección precoz de la sordera infantil: recomendaciones CODEPEH 2018. Nivel 1 Detección". Revista FIAPAS N° 167: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2019): "Actualización de los programas de detección precoz de la sordera infantil: recomendaciones CODEPEH 2019". Revista FIAPAS N° 171: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2020): "Prevención y diagnóstico precoz de la sordera por ototóxicos: recomendaciones CODEPEH 2020". Revista FIAPAS N° 175: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2021): "Sordera infantil con discapacidad asociada (DA+): recomendaciones CODEPEH 2021". Revista FIAPAS N° 178: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2022): "Cribado auditivo neonatal universal. Problemas clínicos y preguntas frecuentes: recomendaciones 2022". Revista FIAPAS N° 180: Separata.
- CODEPEH (Núñez, F. et al.) (2023): "Sorderas postnatales. Sordera infantil progresiva, de desarrollo tardío o adquirida: recomendaciones CODEPEH 2023". Especial FIAPAS N° 181.

El presente Documento de Recomendaciones CODEPEH 2024 ha sido elaborado por la Comisión para la Detección Precoz de la Sordera Infantil-CODEPEH, en el marco del programa FIAPAS *Promoción y Defensa de los Derechos de las personas con discapacidad auditiva y de sus familias*, que desarrolla la Confederación Española de Familias de Personas Sordas-FIAPAS gracias a la subvención de la Convocatoria del 0'7 para la realización de actividades de interés general consideradas de interés social, correspondientes a la Secretaría de Estado de Derechos Sociales (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030), contando asimismo con la cofinanciación de la Fundación ONCE.

Son miembros de la CODEPEH:

Dr. Faustino Núñez Batalla, presidente
Servicio ORL, Hospital Universitario Central de Asturias-Oviedo
Sociedad Española de Otorrinolaringología

Dña. Carmen Jáudenes Casaubón, vocal
Directora de FIAPAS
Confederación Española de Familias de Personas Sordas

Dr. José Miguel Sequí Canet, vocal
Jefe de Servicio de Pediatría, Hospital Universitario de Gandía-Valencia
Asociación Española de Pediatría

Dra. Ana Vivanco Allende, vocal
Área de Gestión Clínica de Pediatría, Hospital Universitario Central de Asturias-Oviedo
Asociación Española de Pediatría

Dr. José Zubicaray Ugarteche, vocal
Servicio ORL Infantil, Complejo Hospitalario de Navarra-Pamplona
Sociedad Española de Otorrinolaringología

RESUMEN

La prevalencia de la hipoacusia permanente en la infancia aumenta durante los seis primeros años de vida. Los programas de detección precoz de hipoacusia neonatal son insuficientes para detectar todas las sorderas en la infancia y es preciso desarrollar otras iniciativas para detectar precozmente pérdidas auditivas postnatales. Es urgente también la investigación para establecer protocolos estandarizados que promuevan y mejoren la calidad de la detección, diagnóstico y tratamiento tempranos de la sordera.

IV

Los programas de cribado auditivo escolar son una opción viable, aunque no están implantados. En el contexto de la educación inclusiva es importante contar con métodos innovadores. La teleaudiología emerge como solución innovadora que, contando con la inteligencia artificial, mejoraría la eficiencia y la precisión de la detección. Estas técnicas emergentes ofrecen ventajas como mayor disponibilidad, sencillez y precisión en la evaluación auditiva. Y se pueden realizar pruebas en remoto y autónomamente, disminuyendo la necesidad de personal especializado.

El cribado auditivo posnatal debe incorporarse en la cartera de servicios de Salud Pública, como otros programas de cribado poblacional infantil.

PALABRAS CLAVE

Cribado auditivo escolar, hipoacusia infantil postnatal, audiometría, teleaudiología.

SUMMARY

The prevalence of permanent hearing loss in childhood increases during the first six years of life. Early detection programmes for neonatal hearing loss are insufficient to detect all hearing loss throughout childhood, and it is necessary to develop further initiatives aimed at the early detection of postnatal hearing loss. Research is also urgently needed to set standardised protocols to promote and improve the quality of early detection, diagnosis and treatment of hearing loss.

School hearing screening programmes are a feasible option, although not yet implemented. Innovative methods are important in the context of inclusive education. Tele-audiology emerges as an innovative solution that, with artificial intelligence, would improve the efficiency and accuracy of detection. These emerging techniques offer advantages such as greater availability, simplicity and accuracy in hearing assessment. And tests can be performed remotely and autonomously, reducing the need for specialised personnel.

Postnatal hearing screening should be included in the public health service portfolio, as with other population-based screening programmes for children.

KEY WORDS

School hearing screening, postnatal hearing loss in children, audiometry, tele-audiology.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ESTADO ACTUAL DEL CRIBADO AUDITIVO POSTNATAL
3. TÉCNICAS Y MÉTODOS EMERGENTES
 - 3.1. VENTAJAS DE LA TELEAUDIOLOGÍA
 - 3.2. LIMITACIONES Y DESAFÍOS DE LA TELEAUDIOLOGÍA
 - 3.3. CONSIDERACIONES FUTURAS Y PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
4. CONCLUSIONES
5. RECOMENDACIONES CODEPEH 2024
6. TABLAS Y FIGURA
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INTRODUCCIÓN

Aunque existen pocas publicaciones al respecto, es conocido que la prevalencia de la hipoacusia permanente en la infancia aumenta durante los seis primeros años de vida (Niskar *et al.*, 1998; Mackey *et al.*, 2024). Por ello, los programas de detección precoz de la hipoacusia neonatal no son suficientes para detectar todas las sorderas a lo largo de la infancia. Se impone, por tanto, desarrollar otras iniciativas dirigidas a la detección precoz de la pérdida auditiva postnatal, que debe considerarse como un importante problema de salud que precisa ser evaluado y tratado (Torrente *et al.*, 2023).

La definición de hipoacusia infantil postnatal se aplica a todo trastorno auditivo que es detectado después del nacimiento. Puede presentarse de forma progresiva, de desarrollo tardío y adquirida, además de deberse a otras múltiples causas entre las que hay que incluir aquellas que pueden atribuirse a una falta de sensibilidad de la tecnología diagnóstica utilizada o a la falta de cumplimiento/adherencia a los protocolos establecidos (Núñez-Batalla *et al.*, 2024).

Hasta la fecha, los programas de detección precoz de la hipoacusia congénita han contemplado habitualmente la vigilancia hasta los tres o cuatro años de vida de los niños con factores de riesgo de desarrollar una hipoacusia diferida o de aparición tardía (Joint Committee on Infant Hearing, 2019; Núñez-Batalla *et al.*, 2015). Sin embargo, distintos estudios demuestran que esta medida es insuficiente, ya que la mayoría de las hipoacusias infantiles postnatales aparecen después de los tres años y, en muchos casos, no presentan factores de riesgo reconocibles en el momento del nacimiento (Núñez-Batalla *et al.*, 2024).

Debido a la alta capacidad de adaptación de la infancia, las discapacidades sensoriales pueden pasar desapercibidas durante largo tiempo. De ahí la necesidad y justificación de un cribado postnatal puesto que la patología a diagnosticar, además, cumple criterios de frecuencia y gravedad, se beneficia del diagnóstico precoz, existe la tecnología que lo posibilita y genera un ahorro socioeconómico evidente (Faramarzi, 2022).

En el Documento de Recomendaciones de la CODEPEH de 2023 se estableció que existe la necesidad de contar con protocolos eficaces para la detec-

ción precoz y el tratamiento temprano de la sordera infantil postnatal. Los medios que pueden ser empleados para identificar dichos casos son variados: la sospecha parental o profesional, la vigilancia reglada en edades concretas, los cribados dirigidos a los niños con factores de riesgo y el cribado universal a lo largo de la edad escolar.

Los programas de cribado auditivo escolar son una opción viable para la detección temprana de los casos de hipoacusia infantil postnatal, por lo que tienen el potencial de mitigar sus efectos negativos. Desafortunadamente, en la actualidad, no se han extendido tal como sería recomendable tanto por falta de compromiso político y económico, como por la incorrecta creencia de que todos los niños con una hipoacusia son detectados por los programas de cribado universal neonatal. Por ello, el debate se centra en este momento en la viabilidad y el coste-beneficio de este enfoque (Bamford *et al.*, 2007; Kik *et al.*, 2023).

El presente trabajo de la CODEPEH continua la línea del Documento de Recomendaciones de 2023 con objeto de abundar en el estudio de los criterios científicos y las nuevas líneas de aplicación del programa de detección precoz de la sordera infantil postnatal configurado como un servicio continuo de prevención auditiva a lo largo de la infancia, tanto para llevar a cabo el seguimiento de los casos que “no pasan” el cribado neonatal y de los que presenten factores de riesgo auditivo o signos de alerta (Tabla 1), como para detectar los casos de sorderas infantiles postnatales.

2. ESTADO ACTUAL DEL CRIBADO POSTNATAL

Para la detección temprana de la sordera postnatal, tanto el Joint Committee (Joint Committee on Infant Hearing, 2019), como la CODEPEH (Núñez-Batalla *et al.*, 2015), proponen el seguimiento de los niños con o sin factores de riesgo de hipoacusia, incluso aunque hayan superado el cribado neonatal, hasta la edad de tres años. En cada visita periódica del Programa del «Niño Sano» se deben evaluar: las habilidades auditivas, el estatus del oído medio y los hitos del desarrollo. Sin embargo, se ha demostrado en distintos estudios que esta medida es insuficiente ya que la mayoría de

las hipoacusias postnatales aparecen después de los tres años y, en muchos casos, no presentan factores de riesgo reconocibles en el momento del nacimiento.

Parece muy recomendable, por tanto, realizar pruebas de audición postnatal, por ejemplo, durante las revisiones de salud del niño, en el momento de la incorporación a la escolarización y al inicio o fin de cada ciclo de las distintas etapas educativas.

El cribado auditivo postnatal se considera útil y beneficioso porque permite la detección precoz de la pérdida auditiva, un adecuado desarrollo del habla y del lenguaje, y la consecuente mejora del rendimiento académico, lo que favorece la igualdad de oportunidades, al mismo tiempo que tiene un importante impacto y repercusión en materia de salud pública.

En referencia al coste-beneficio del cribado hay experiencias en Australia con el uso de una aplicación que evalúa la existencia de problemas auditivos en el propio domicilio. Se considera que este sistema tiene una probabilidad del 96.2 % de ser coste efectivo, permitiendo la identificación e intervención tempranas y reduciendo la desventaja en la primera infancia, a través de las mejoras acumuladas, en la calidad de vida, la educación y los resultados económicos (Busé *et al.*, 2021; Gumbie *et al.*, 2022).

Dado que a nivel mundial la mayoría de los niños están escolarizados, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que, en este entorno, se presenta una oportunidad única para llevar a cabo un cribado universal de la hipoacusia.

Si se sigue de un proceso diagnóstico y de una intervención terapéutica adecuada, los programas de cribado escolar representan una herramienta eficaz para mitigar los efectos de las sorderas infantiles que pasaron desapercibidas hasta entonces. En pocas partes del mundo se regula la realización del cribado escolar, por lo que existe poca literatura científica al respecto. Aún en los lugares donde se implementa, existen importantes diferencias en los protocolos, en las pruebas utilizadas para el cribado y en los umbrales que se consideran para hacer una derivación a estudios diagnósticos e intervenciones terapéuticas.

Los principios del cribado escolar contemplan que, antes de su implantación, se cuente con accesibilidad a los servicios de otología y audiología a donde se derivarán los casos detectados. Los itinerarios de la atención clínica y los mecanismos de seguimiento

de los casos deberían estar claramente definidos, de forma que los niños identificados y sus familias puedan recibir la atención, los apoyos y el seguimiento que precisen. Los tratamientos médico-quirúrgicos, audioprotésicos y rehabilitadores han de estar disponibles para aplicarlos de forma individualizada, respetando las necesidades de cada caso, así como sus preferencias y contexto cultural. Y, siempre que sea posible, el cribado auditivo escolar debe formar parte de los controles de salud rutinarios o combinarse con otras intervenciones como los chequeos de salud general, el cribado de la vista y la revisión dental.

En cuanto a las edades de los niños, la OMS recomienda que todos debieran ser cribados, al menos, al inicio de la edad escolar. En los entornos que cuenten con un sistema de salud que lo permita, se deberían establecer comprobaciones de la audición de forma regular: además de al inicio de la escolarización (2-3 años), en los cursos equivalentes a las edades de 5-6, 7-8, 11-12 y 15-16 años; aunque cada país decida las edades en función de la epidemiología de las enfermedades otológicas y los recursos disponibles.

En relación con los recursos humanos, la OMS indica que el cribado puede ser realizado por especialistas médicos, médicos generales, enfermeras, audiólogos e, incluso, por maestros formados al efecto. Para facilitar el acceso a los escolares es preferible llevar a cabo el cribado en las instalaciones de los propios centros educativos. Una habitación silenciosa suele ser suficiente, sin embargo, es necesario evaluar el ruido ambiente para que no supere los niveles permisibles para los auriculares seleccionados y el umbral de cribado. El entorno más frecuentemente elegido suele ser un espacio tranquilo como un aula vacía. La mayoría de los países utilizan auriculares supraurales para suprimir los efectos del ruido ambiente.

A nivel mundial actualmente existen pocos protocolos de cribado auditivo en la edad escolar y los datos sobre su implementación son inconsistentes. En los EE. UU. solo el 66 % de sus estados llevan a cabo algún tipo de cribado auditivo escolar a pesar de las recomendaciones que, a nivel nacional, proponen hacerlo a intervalos regulares (American Speech-Language-Hearing Association, 2019). En Sudáfrica también se recomienda, pero no existen datos sobre su aplicación. En Reino Unido, aproximadamente, un 10 % de las escuelas no lo realizan a pesar de las reco-

mendaciones para llevarlo a cabo en el primer año de la educación primaria (National Screening Committee, 2019). En España, las Islas Baleares es la única comunidad autónoma que realiza cribado escolar reglado (Martínez Pacheco *et al.*, 2021). En otros países se encuentran pocos datos publicados sobre las regulaciones actuales al respecto (Yong *et al.*, 2020).

En cuanto a la tecnología utilizada para el cribado, la OMS informa que las pruebas recomendadas son la audiometría de barrido, convencional o automatizada, la escucha de dígitos en ruido con la aplicación de la OMS (hearWHO app), la otoscopia y la timpanometría, aunque de forma preferente se recomienda la audiometría tonal para estudiar distintas frecuencias a 20, 25, 30 y 35 dBHL.

La mayoría de los estudios utilizan audiómetros convencionales para el cribado, otros utilizan audiómetros portátiles sin cabinas o teleaudiometría (Bottasso *et al.*, 2015; Skarzynski *et al.*, 2016; Monica *et al.*, 2017; Bussé *et al.*, 2021). Estos medios alternativos pueden mejorar el acceso al cribado auditivo en áreas remotas.

En todas las regiones del mundo, el cribado mediante audiometría tonal se consideraba un aspecto indispensable de los protocolos de cribado auditivo escolar, así como el patrón de referencia para las pruebas de confirmación diagnóstica de una hipoacusia. A nivel europeo el cribado escolar se realiza de forma universal en 17 países o regiones, mediante audiometría (Bussé *et al.*, 2021). Sin embargo, las frecuencias audiométricas y los criterios de derivación varían enormemente de un estudio a otro. Incluso en países como los EE. UU., el rango de las frecuencias protocolizadas va de 0.25 a 8 kHz, aunque las frecuencias testadas habitualmente son 0.5, 1, 2 y 4 kHz. Los artículos que evalúan la hipoacusia en adolescentes prestan una mayor atención a la importancia de extender las pruebas a las altas frecuencias (6 y 8 kHz), dado que son las más afectadas por la exposición al ruido intenso (Sekhar *et al.*, 2011). Los criterios de derivación en casi todos los estudios se definen por el fallo en las respuestas auditivas de una frecuencia cualquiera de las presentadas en uno de los oídos, pero los umbrales considerados como límite difieren ampliamente. Como objetivo del cribado, la OMS especifica que ha de identificarse la hipoacusia uni o bilateral, incluyendo la transmisiva, mixta o neu-

rosensorial. Idealmente, se deberían detectar todas las pérdidas superiores a 20 dBHL, pero si existen limitaciones en cuanto al silencio en el entorno de la prueba (ruido superior a 40 dBA) o de la capacidad del sistema de salud para asumir los casos derivados, se puede comenzar con un punto de corte de 30-35 dBHL para, una vez establecido, pasar gradualmente a 20 dBHL.

Hay diferencias en las pruebas complementarias que se recomienda asociar al protocolo del cribado escolar como son la otoscopia, la timpanometría y las otoemisiones acústicas, dado que han de detectarse también las enfermedades crónicas del oído como otitis secretora, otitis media crónica, cerumen impactado, malformaciones y cuerpos extraños. La mayoría de los protocolos incorporan una combinación de otoscopia y timpanometría al cribado con tonos puros.

Asociar la otoscopia es importante por su gran utilidad para la detección de patología del oído externo y medio. Es particularmente importante en regiones donde la obstrucción del conducto auditivo externo por cerumen o por la otitis son más frecuentes (Jacob *et al.*, 1997). Sin embargo, en general, no se especifica qué profesional ha de llevar a cabo el cribado otoscópico (Beals *et al.*, 2016). En la mayoría de los estudios interviene una gran variedad de profesionales, con lo que se limita la generalización de esta recomendación en entornos con escasos recursos.

La timpanometría se recomienda por su gran utilidad en la evaluación de la patología del oído medio, particularmente en la evaluación de la otitis secretora (Winston-Gerson y Sabo, 2016). Hay mucha variabilidad respecto a la decisión de incluirla como una herramienta de cribado de primera línea o si es mejor reservarla como test de segunda línea, tras el cribado inicial mediante audiometría tonal u otoemisiones acústicas (OEA) (Chen *et al.*, 2014). Algunos autores abogan por la derivación inmediata al otorrinolaringólogo tras un resultado anormal en la timpanometría. Otros recomiendan repetirla un mes más tarde para comprobar la resolución del problema (Govender *et al.*, 2015).

Las OEA forman parte de la rutina del cribado auditivo escolar en escasos protocolos. Los datos actuales indican que el cribado mediante esta tecnología es menos sensible y produce un mayor número de falsos positivos que el cribado con la audiometría (Krueger y

Ferguson, 2002). Sin embargo, muchos autores sostienen que las otoemisiones son más relevantes en las situaciones en las que los niños son incapaces de seguir instrucciones para el cribado, como es el caso de los niños muy pequeños o con necesidades especiales (American Academy of Audiology, 2011; Chen *et al.*, 2014).

En referencia a la utilización de potenciales auditivos automáticos también hay experiencias que demuestran su utilidad, como la de Soares que concluye que los resultados demostraron dos cuestiones importantes (Soares *et al.*, 2014). Por un lado, la fiabilidad de los dispositivos, que muestran además una especificidad y sensibilidad del 95.1 % y del 96.3 %. La misma fiabilidad se observó en los grupos, con niños en edad preescolar y en niños en edad escolar. Y, por otro lado, se trata de una prueba breve, que necesita solo alrededor de 20 segundos por cada oído normal para alcanzar el resultado desde el inicio del estímulo. Esto es especialmente importante cuando el sujeto no está sedado. Los puntos descritos sugieren una alta posibilidad de usar dispositivos para cribado no solo de recién nacidos, sino también para niños mayores, tanto en países desarrollados, como en vías de desarrollo.

Un problema importante del cribado auditivo escolar es la alta tasa de falsos positivos que empeora la relación coste-beneficio (Govender *et al.*, 2015). Respecto al proceso que ha de seguirse con los casos que no pasan el cribado inicial no existe acuerdo. Hay protocolos que proponen un recribado inmediato para reducir los falsos positivos, pero la mayoría de los estudios no lo incluyen. Este aspecto, aparentemente simple, pero enormemente importante, puede ocasionar un profundo impacto en la viabilidad global de esta intervención.

En un metaanálisis (Yong *et al.*, 2020) se destaca la falta de información sobre la prevalencia real de la hipoacusia en los niños en edad escolar. Hay artículos que incluyen estimaciones de prevalencia que van desde el 0.9 % en Taiwán (Yang *et al.*, 2011) hasta el 34 % en Brasil (Nogueira y Mendonça, 2011). Sin embargo, muchos artículos muestran los porcentajes de derivación tras el cribado, en lugar de la prevalencia, que van del 0.16 % en China al 15 % en Malasia (Khairi *et al.*, 2010). Sin conocer los resultados de la confirmación diagnóstica de los casos referidos es

imposible estimar la sensibilidad y especificidad del cribado. Dado que algunos protocolos existentes tienen una sensibilidad tan baja como el 12 % (Sekhar *et al.*, 2011), se les considera inadecuados para una estrategia viable de cribado (Kam *et al.*, 2013).

Una cuestión clave del cribado auditivo escolar es la pérdida en el seguimiento de los niños que son derivados a confirmación diagnóstica con el médico otorrino (ORL). De 44 artículos analizados, solamente 8 ofrecen datos del seguimiento de los alumnos tras la derivación y se señala que van del 10 % al 65 % (Flanary *et al.*, 1999). Los posibles motivos de tasas de seguimiento tan pobres son la imposibilidad de contactar con las familias para notificar los resultados del cribado, la falta de conciencia parental acerca de la importancia de la sordera, el coste de los cuidados médicos derivados, la imposibilidad de las familias para pedir permiso en sus trabajos para acudir a las citas y las barreras geográficas (Clark, 2008).

En algunos países se han puesto en funcionamiento programas de cribado auditivo escolar de forma muy heterogénea. Y existe una urgente necesidad de mayor investigación en esta área con el fin de establecer protocolos de cribado auditivo escolar estandarizados, no solamente para favorecer y mejorar la calidad de la detección y el diagnóstico precoz de la hipoacusia a través de los programas de cribado, sino también para mejorar los estudios comparativos entre los distintos programas (Bussé *et al.*, 2021).

El programa de cribado ha de estar coordinado con los servicios médicos de otorrinolaringología, de forma que los niños identificados puedan acceder a la atención y los recursos que precisen. Los niños que superan el cribado deben ser informados acerca de las medidas de higiene auditiva que deben seguir. Los niños que no superan el cribado han de ser derivados al ORL para las pruebas diagnósticas de confirmación y tratamiento oportunos.

3. TÉCNICAS Y MÉTODOS EMERGENTES

El cribado auditivo escolar en su forma presencial, tal como se realiza en centros sanitarios y escuelas, presenta varios problemas e inconvenientes que pueden afectar su efectividad y eficiencia.

Algunos de los principales desafíos son los siguientes:

- Accesibilidad y cobertura. El acceso a los centros donde se realizan estos cribados no es fácil para toda la población.
- Costes y recursos. La realización de cribados auditivos en masa requiere una inversión significativa en términos de equipos, personal especializado y tiempo.
- Tiempo y interrupción escolar. Los cribados presenciales pueden interrumpir el horario escolar, afectando las actividades académicas.
- Formación y capacitación. Es necesario que el personal que realiza las pruebas esté debidamente capacitado para asegurar la precisión de los resultados.
- Estigmatización y ansiedad. Algunos niños pueden sentir ansiedad o incomodidad al someterse a evaluaciones médicas, especialmente en un entorno escolar.
- Limitaciones técnicas. Los equipos utilizados en los cribados auditivos deben ser calibrados y mantenidos regularmente para asegurar su precisión.
- Seguimiento y tratamiento. Identificar un problema auditivo es solo el primer paso. Sin un sistema eficaz de seguimiento, los casos detectados pueden no recibir la atención necesaria a tiempo.
- Diversidad lingüística y cultural. En contextos multiculturales, las diferencias pueden complicar la comunicación durante el cribado y la interpretación de los resultados.
- Variabilidad en los protocolos. Los protocolos de cribado pueden variar significativamente entre diferentes regiones y organizaciones, lo que dificulta la comparación de resultados y la implementación de mejoras.
- Reticencia de las familias. Se puede producir por diversas razones, incluyendo la desconfianza en el sistema de salud, las preocupaciones sobre la privacidad o la falta de comprensión sobre la importancia del cribado.

Para mitigar los problemas mencionados, se pueden considerar alternativas como las englobadas en el concepto de teleaudiología que, mediante tecnologías digitales, permiten llevar a cabo pruebas audiológicas de manera remota o con menos interrupciones.

En comparación con los métodos clásicos y/o tradicionales, el uso de este tipo de tecnología ofrece una forma más accesible, sencilla y precisa de evaluar la audición en esta etapa postnatal. Además, al poder aplicarse de forma remota permite la posibilidad de realizar las pruebas en cualquier momento, incluso, desde el hogar (Tsuiki *et al.*, 1974; Bento *et al.*, 2003; Lancaster *et al.*, 2008; Mcpherson *et al.*, 2010; Grogan-Johnson *et al.*, 2011; Botasso *et al.*, 2015; Kiktová *et al.*, 2020; Schafer *et al.*, 2020).

Estas nuevas técnicas pueden ser especialmente beneficiosas para escolares con sordera no diagnosticada, permitiendo una intervención temprana y adecuada con objeto de garantizar el óptimo desarrollo académico y social (Skarżyński *et al.*, 2016; Bağlama *et al.*, 2018; Shinn *et al.*, 2019; Chin *et al.*, 2020; Yong *et al.*, 2020).

La teleaudiología ha emergido como una solución innovadora para superar las barreras geográficas y mejorar el acceso a los servicios auditivos. La variedad de métodos incluidos en la teleaudiología es amplia, pero se pueden agrupar diferenciando aquellas técnicas que requieren personal especializado de las que pueden ser realizadas de manera autónoma o con mínima supervisión.

Los guiados por un profesional, al aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), permiten evaluaciones auditivas remotas completas, así como consultas a los profesionales utilizando herramientas de comunicación en línea y/o equipos especiales. En el caso de las pruebas sin contacto directo con un profesional se pueden incluir la autoadministración de pruebas audiométricas con aplicaciones para teléfonos móviles, cuestionarios, dispositivos portátiles y *wearables*, entre otras (Lescouffair, 1975; Bento *et al.*, 2003; Richardson *et al.*, 2004; Lancaster *et al.*, 2008; Mcpherson *et al.*, 2010; Botasso *et al.*, 2015; Prieve *et al.*, 2015; Kiktová *et al.*, 2020).

a) Técnicas que requieren la intervención de un profesional:

- Audiometría Tonal

Descripción: Prueba que mide la capacidad auditiva a diferentes frecuencias.

Intervención Profesional: Un audioprotesista o audiólogo debe operar el equipo y analizar los resultados.

Equipo necesario: Audiómetro, auriculares calibrados.

- *Otoemisiones Acústicas (OEA)*

Descripción: Evalúa la función coclear (células ciliadas externas) mediante la detección de emisiones otoacústicas generadas por el oído.

Intervención Profesional: Realizado por un técnico o audiólogo especializado que maneje el equipo y analice los datos.

Equipo necesario: Dispositivo OEA portátil.

- *Auditoría de Respuestas Auditivas del Tronco Encefálico (ABR)*

Descripción: Mide las respuestas eléctricas del nervio auditivo al estímulo sonoro.

Intervención Profesional: Un audiólogo debe realizar y analizar esta prueba, ya que es más compleja.

Equipo necesario: Dispositivo ABR portátil.

- *Impedanciometría*

Descripción: Evalúa la función del oído medio, como la movilidad del tímpano y la función de la cadena de huesecillos.

Intervención Profesional: Debe ser realizada por un audiólogo o técnico especializado.

Equipo necesario: Impedanciómetro o timpanómetro.

- *Videotoscopia*

Descripción: Inspección visual del canal auditivo y el tímpano con una cámara conectada a un monitor.

Intervención Profesional: Un técnico o audioprotesista debe realizar la prueba y verificar la salud del oído externo.

Equipo necesario: Videotoscopio.

- *Videoconferencias*

Descripción: Pruebas de audición y comportamiento auditivo visualizadas en directo a través de videoconferencias.

Intervención Profesional: Un técnico o audioprotesista debe realizar la prueba online.

Equipo necesario: Videoconferencia a través de ordenador, tablet o smartphone.

El uso de estos dispositivos permite realizar cualquier técnica audiológica de forma remota obteniéndose resultados similares a las técnicas de referencia (D'Onofrio y Zeng, 2022). Registran las respuestas

auditivas y envían los datos a un profesional para su análisis en directo o diferido.

En niños capaces de colaborar, la audiometría es la prueba estándar. Estos dispositivos deben ser fáciles de usar, robustos y económicamente accesibles. Pueden estar equipados con tecnología de cancelación de ruido para facilitar la realización de las pruebas (Bento *et al.*, 2003; Liao *et al.*, 2010; Skarżyński *et al.*, 2016; Monica *et al.*, 2017; Samelli *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2020).

En niños pequeños o no colaboradores se pueden utilizar técnicas objetivas como las otoemisiones acústicas (OEA), potenciales evocados auditivos (PEA) u otras.

Habitualmente, familias y profesores deben ser instruidos en la realización de la prueba (Madzivhandila *et al.*, 2024), aunque los dispositivos portátiles también pueden ser utilizados directamente por los propios escolares bajo una supervisión mínima, permitiendo realizar pruebas auditivas básicas en su domicilio o en el centro educativo. Estos dispositivos están diseñados para ser fáciles de usar sin formación especializada.

Los profesionales pueden guiar a las familias o cuidadores a través de una evaluación auditiva en tiempo real utilizando plataformas de videoconferencia. Este método es útil para observar la conducta del niño y realizar evaluaciones subjetivas. Permite también a los profesionales interactuar directamente con los pacientes, observar procedimientos y proporcionar instrucciones en tiempo real. Durante la videoconferencia se utilizan diversas técnicas y herramientas, como audífonos digitales y auriculares supraurales, para evaluar la capacidad auditiva. También pueden informar en tiempo real del resultado de las pruebas y acordar una nueva cita para exploraciones complementarias (Nees y Berry, 2013).

b) Técnicas que pueden ser autoadministradas:

- *Audiometría Automatizada (Apps y Webs)*

Descripción: Pruebas de audiometría que se pueden realizar a través de aplicaciones en smartphones o tablets.

Intervención Profesional: No requiere intervención directa, aunque los resultados pueden ser enviados a un profesional para su análisis. Puede ser realizada en casa o en entornos escolares sin la supervisión de un especialista.

Apps disponibles: hearScreen, Shoebox Audiometry, hearZA, entre otras.

Equipo necesario: Smartphone o tablet con auriculares calibrados.

- *Pruebas de Habla en Ruido* (Apps y Webs)

Descripción: Evaluación de la capacidad auditiva en entornos ruidosos, donde el niño debe identificar palabras entre el ruido de fondo.

Intervención Profesional: No es necesaria, pero los resultados pueden ser revisados por un especialista si se desea. Es autoadministrada en entornos escolares o en casa.

Apps disponibles: uSound Test, HearWHO (OMS), entre otras.

Equipo necesario: Smartphone o tablet con auriculares.

- *Test de Cribado Auditivo Online/Offline*

Descripción: Pruebas de audición simplificadas que se pueden realizar en plataformas web, idóneas para detectar problemas auditivos básicos.

Intervención Profesional: No requiere, pero se recomienda una consulta con un especialista si el resultado es anormal. Se puede realizar de manera individual o bajo supervisión escolar.

Plataformas disponibles: Audicus Online Hearing Test, Phonak Hearing Test, entre otras.

Equipo necesario: Acceso a internet, computadora o dispositivo móvil con auriculares.

- *Cuestionarios para Familias y Profesores*

Descripción: Cuestionarios que ayudan a identificar comportamientos relacionados con problemas auditivos (dificultad para seguir instrucciones, respuesta tardía, etc.).

Intervención Profesional: Puede ser completado por las familias o por profesores sin intervención directa de un especialista, pero, si se detectan patrones preocupantes, se recomienda la consulta con un especialista.

Formato: Formularios en papel o digitales (online y offline).

En relación con las webs, algunas de ellas, como "HearingScreening.org" y "Sound Scouts", proporcionan también recursos educativos adicionales para los profesionales de la salud auditiva y educadores, ofreciendo una forma fácil y eficiente de cribar a un gran número de escolares.

Estas plataformas a menudo incorporan juegos interactivos y atractivos diseñados específicamente para realizar cribado auditivo en niños, facilitando así la evaluación. Estos juegos pueden incluir tareas como identificar sonidos, seguir instrucciones auditivas y de otro tipo.

Además, suelen incluir opciones de personalización y adaptación a diferentes grupos de edad, lo que facilita la implementación del cribado en entornos escolares. Otra de las ventajas de este tipo de tecnología es la posibilidad de control del ruido activo, lo que permite reducir la influencia del ruido ambiental durante la prueba. Existen también programas de cribado auditivo basados en realidad virtual que simulan escenarios de escucha de la vida real y evalúan la capacidad del escolar para entender el habla en entornos ruidosos (Lancaster *et al.*, 2008; Grogan-Johnson *et al.*, 2011; Benaouda, 2012; Swanepoel *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2014; Botasso *et al.*, 2015; Mahomed-Asmail *et al.*, 2016; Yousuf Hussein *et al.*, 2018; Eksteen *et al.*, 2019; Eugenio y De la Cruz, 2019; Sternin *et al.*, 2019; Kiktová *et al.*, 2020; Zitelli y Morner, 2020; de Sousa *et al.*, 2022; Carvalho *et al.*, 2023).

Existen muchas aplicaciones disponibles, con o sin conexión a internet, y para todo tipo de dispositivos electrónicos. Algunos ejemplos quedan recogidos en la Tabla 2.

La mayoría de las aplicaciones demostraron valores significativos de sensibilidad y especificidad y pueden considerarse como métodos precisos para la detección de pérdidas auditivas (Smits *et al.*, 2013; Melo *et al.*, 2022; Cunha *et al.*, 2023; Schimmel *et al.*, 2024; Taitelbaum-Swead *et al.*, 2024).

Los *wearables* para el cribado auditivo en niños son una tecnología emergente, y aunque no hay una gran cantidad de dispositivos específicamente orientados al cribado auditivo, hay algunas opciones interesantes y proyectos en desarrollo que aprovechan la portabilidad y la tecnología de los *wearables* facilitando la realización de estudios audiológicos. Pueden ser audífonos, auriculares u otros sensores. Dichos sensores miden la respuesta del sistema auditivo y detectan posibles deficiencias. Además, pueden monitorizar datos continuos sobre la exposición al ruido y otros factores ambientales que pueden afectar la audición y que pueden ser utilizados para identificar y prevenir problemas auditivos (Trapl *et al.*, 2013; Molini-Avejonas

et al., 2015; Qian *et al.*, 2020; Lammers *et al.*, 2021; Qu *et al.*, 2021).

Varios dispositivos en desarrollo utilizan smartphones como plataforma para procesar los datos recogidos por el *wearable*, lo que facilita el análisis y la interpretación de resultados por parte de las familias o profesionales de la salud a distancia. El desarrollo de *wearables* auditivos está en auge y tiene un gran potencial para mejorar la accesibilidad y la eficacia del cribado auditivo en niños, especialmente en comunidades remotas o con acceso limitado a servicios especializados. A medida que la tecnología avanza, es probable que veamos más dispositivos orientados a la monitorización continua y el cribado auditivo de manera sencilla y no invasiva.

Respecto a los cuestionarios, hay que señalar que permiten evaluar el estado auditivo y los factores de riesgo, además de valorar las situaciones de sospecha de los progenitores. Esta opción de cribado auditivo, que está disponible tanto en línea, como en dispositivos portátiles, se basa en cuestionarios específicos. Éstos desempeñan un papel importante en el cribado escolar al proporcionar una herramienta eficiente para identificar posibles problemas auditivos. Constituyen una forma rápida y económica de evaluar la salud auditiva, permitiendo la identificación temprana de posibles dificultades que podrían afectar sus aprendizajes, su rendimiento académico y su desarrollo social.

Los cuestionarios pueden incluir preguntas específicas sobre la capacidad auditiva de los escolares y su experiencia con el sonido en diferentes entornos, historial de problemas auditivos y observaciones sobre comportamientos relacionados con la audición. Además, pueden ser adaptados para diferentes grupos de edad y niveles de habilidad, lo que permite una evaluación más personalizada y precisa.

Algunos de ellos también pueden incluir la evaluación de los hábitos y factores de riesgo relacionados con la salud auditiva. Los resultados de las pruebas pueden enviarse automáticamente a los profesionales para su evaluación en tiempo real (en línea) o de forma diferida (Nees y Berry, 2013; Trapl *et al.*, 2013; Zanin y Rance, 2016; Eugenio y De la Cruz, 2019; Schafer *et al.*, 2020).

Estos cuestionarios actúan como un filtro inicial para determinar qué niños podrían necesitar evalua-

ciones auditivas más detalladas. Permiten la inclusión de múltiples factores como la historia médica, comportamientos observados y rendimiento académico. Pueden abordar también aspectos como la dificultad para entender el habla, la sensibilidad al ruido o la presencia de acúfenos.

Los cuestionarios deben ser fáciles de entender y responder, con opciones disponibles en formato impreso y/o digital. Deben ser diseñados para ser concisos, evitando preguntas complejas y largas. Su digitalización permite que los resultados sean procesados automáticamente, permitiendo el almacenamiento y análisis de datos de manera eficiente.

Los sistemas digitales pueden proporcionar retroalimentación inmediata a los usuarios sobre la necesidad de una evaluación auditiva profesional, basándose en las respuestas al cuestionario.

Por otro lado, existe la posibilidad de realizar cuestionarios en línea ante la sospecha de sordera en niños pequeños, menores de 2 años, por parte de sus cuidadores para fundamentar una evaluación más exhaustiva por un especialista, si fuera necesario.

3.1. Ventajas de la teleaudiología

Entre otras, estos nuevos métodos presentan las siguientes ventajas (Lo y McPherson, 2013; Botasso *et al.*, 2015; Sternin *et al.*, 2019; Carvalho *et al.*, 2021):

- Disponibilidad y comodidad. Permiten el cribado auditivo en zonas rurales o con pocos recursos donde el acceso a servicios especializados puede ser limitado y que se realicen las pruebas en cualquier momento y desde cualquier lugar, reduciendo la necesidad de desplazarse a centros específicos.
- Disminución de la interrupción escolar. Las pruebas auditivas pueden realizarse en el domicilio o en el entorno escolar con mínima interrupción de las actividades académicas. Los escolares pueden ser evaluados en un ambiente familiar, reduciendo la ansiedad y mejorando la calidad de los resultados.
- Costes reducidos. Eliminando la necesidad de traslados y optimizando el tiempo del personal de salud, la teleaudiología reduce significativamente los costes asociados con los cribados presenc-

les. Los equipos portátiles y el software especializado para audiometría pueden ser más rentables a largo plazo.

- Mayor eficiencia. Permite la automatización del proceso, reduciendo el tiempo y esfuerzo requeridos por los profesionales.
- Mejora de la precisión. La utilización de algoritmos inteligentes puede mejorar la precisión en la detección de problemas auditivos.
- Evaluación personalizada. Pueden proporcionar una evaluación y retroalimentación personalizadas basadas en los resultados de las pruebas, permitiendo intervenciones y apoyo dirigidos según necesidades específicas.
- Escalabilidad. Se pueden aplicar a un gran número de sujetos a la vez, agilizando el proceso de detección y permitiendo el acceso a mayor número de personas en menor cantidad de tiempo.

3.2. Limitaciones y desafíos de la teleaudiología

- Mantenimiento, actualización y cumplimiento de legislación. Al implementar la utilización de la telemedicina basada en internet, tanto el sistema operativo, como el navegador y servidores, utilizados deben ser fáciles de mantener y actualizar. El equipo debe proporcionar la suficiente calidad de imágenes y sonido.
- Los servicios de teleaudiología deben cumplir con las regulaciones estatales e internacionales en lo que respecta a la privacidad y seguridad del paciente, especialmente en lo relativo a la transmisión y almacenamiento de datos.
- Precisión y fiabilidad. Existen desafíos asociados con la precisión de los resultados porque la exactitud de las pruebas autoadministradas y a distancia puede ser menor que la de las pruebas realizadas en un entorno clínico controlado. Es necesario garantizar que los escolares tengan acceso a los recursos necesarios para realizar las pruebas correctamente, como auriculares de calidad y un entorno silencioso, dado que la presencia de ruido ambiental durante las pruebas puede reducir la precisión de los resultados. La monitorización en directo del ruido ambiental, la atenuación del sonido exterior mediante auri-

culares supraaurales o procurar utilizar una sala silenciosa, son medidas que pueden ayudar a disminuir la necesidad del uso de una cabina insonorizada o tratada acústicamente, pero puede no ser factible en todas las circunstancias. Por ello, para mejorar la precisión del diagnóstico, en ausencia de un entorno tratado acústicamente, también se recomienda el uso de auriculares con cancelación de ruido ambiental en tiempo real, así como instrucciones detalladas para el uso adecuado de los auriculares por parte del paciente.

- Consideraciones adicionales importantes incluyen la seguridad de las localizaciones de los pacientes, así como de los documentos y aparatos electrónicos, de las telecomunicaciones, la identificación de todas las personas presentes en las diferentes ubicaciones y la documentación del consentimiento informado por parte del paciente.
- Accesibilidad. Es preciso considerar también que la teleaudiología y aplicaciones han de ser accesibles para poder ser usadas por todas las personas, particularmente al tratarse de evaluaciones auditivas de forma remota y/o del acceso a cuestionarios autoadministrados.
- Brecha digital. No todas las familias tienen acceso a los dispositivos y la conectividad necesarios para utilizar estas tecnologías. Hay que considerar que, dada la tecnificación que requieren estas exploraciones, la actual brecha digital puede afectar de manera negativa a minorías y/o familias vulnerables o con escasa cultura digital, a aquellos que viven en áreas rurales y a los niños muy pequeños, puesto que el acceso y manejo de estos métodos puede plantear dificultades.
- La telemedicina podría verse más limitada en zonas en desarrollo, debido a que la disponibilidad de electricidad y el acceso a internet pueden ser escasos o menos eficientes. Por este motivo, en estas circunstancias, el uso de dispositivos que funcionen con pilas o baterías puede ser de utilidad (D'Onofrio y Zeng, 2022).
- Las licencias para ejercer la medicina en los distintos países y el pago de los servicios son dos de las preocupaciones que también conciernen a los servicios de telemedicina.
- Por último, el tiempo de duración de la sesión también se incrementa en algunas pruebas audiomé-

tricas. Sin embargo, esto último no supone un problema real, debido a que es mucho mayor el tiempo ahorrado, al menos para el paciente, que no tiene que desplazarse (Cardier *et al.*, 2016).

- Educación y soporte. Es fundamental que las familias reciban una adecuada capacitación y apoyo para utilizar correctamente estos métodos.

3.3. Consideraciones futuras y papel de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) puede aportar diversas ventajas al cribado auditivo, mejorando la eficiencia y la precisión de la detección de posibles problemas auditivos en los niños. Entre otras:

- Automatización de pruebas auditivas. Se pueden realizar evaluaciones de manera más eficiente, reduciendo la carga de trabajo para los profesionales de la salud y los educadores. El diagnóstico automatizado puede incluir:
 - Análisis de audiometría. La IA puede analizar los resultados de audiometrías y de otras pruebas para identificar de forma precoz patrones que indiquen pérdida auditiva u otros problemas. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden ser entrenados para reconocer diferentes tipos de pérdida auditiva con alta precisión.
 - Evaluación del habla. Herramientas de IA pueden evaluar la calidad del habla y la capacidad auditiva del paciente en tiempo real.
- Análisis de datos rápido y preciso. La IA puede analizar grandes conjuntos de datos de pruebas auditivas de manera ágil, facilitando la identificación de patrones y la detección de posibles problemas auditivos en su etapa más inicial. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden ser entrenados para interpretar los cuestionarios, y los resultados de las pruebas audiométricas proporcionando diagnósticos preliminares que luego pueden ser revisados por profesionales. Esto acelera el proceso de cribado y reduce la carga de trabajo.
- Personalización de cribados. La IA puede personalizar el proceso de cribado auditivo en función

de factores individuales como la edad, el historial médico y los antecedentes familiares. Esto permite enfoques más efectivos en la identificación de problemas auditivos. Además, la IA puede adaptar las pruebas auditivas de manera personalizada según las respuestas de cada niño, permitiendo una evaluación más precisa y específica.

- Monitorización continua. Los sistemas de IA pueden facilitar la monitorización continua de la salud auditiva a lo largo del tiempo, permitiendo la detección temprana de cambios en la audición y la implementación y evaluación de las intervenciones necesarias.
- Plataformas de telemedicina. La IA puede integrarse en plataformas de telemedicina para mejorar la calidad de las evaluaciones auditivas a distancia. Esto es especialmente útil en entornos donde la presencia física de un profesional puede ser limitada, como por ejemplo en áreas rurales.
- Desarrollo de juegos. Puede ser utilizada para desarrollar juegos educativos interactivos que evalúen la audición de los niños de manera lúdica, haciendo las pruebas auditivas más atractivas y menos estresantes, incluso con realidad virtual.
- Identificación de factores de riesgo. Los algoritmos de IA pueden analizar grandes bases de datos demográficos y médicos para identificar factores de riesgo que puedan estar asociados con problemas auditivos en niños, permitiendo una atención dirigida.

Es importante destacar que, aunque la IA puede ser una herramienta valiosa, no debe reemplazar la evaluación y el diagnóstico realizados por profesionales. La combinación de la experiencia humana y las capacidades de la IA puede llevar a un cribado auditivo más efectivo y a una intervención temprana, mejorando así la calidad de vida de los niños con dificultades auditivas (Wu *et al.*, 2014; D'Onofrio y Zeng, 2022).

4. CONCLUSIONES

Los programas de cribado auditivo postnatal tienen el potencial de mitigar algunos de los efectos negativos de la hipoacusia infantil, pero en

la actualidad no han sido desarrollados de forma generalizada debido tanto a una falta de compromiso político y financiero, como a una incorrecta asunción de que la gran mayoría de hipoacusias infantiles se detectan mediante el cribado auditivo universal neonatal.

Donde existen programas de cribado auditivo escolar, los protocolos y métodos son inconsistentes, en parte debido a la escasez de directrices regionales y/o estatales. Existe, por tanto, una urgente necesidad de promover la investigación en esta área con el fin de establecer a nivel global protocolos estandarizados, no solamente con el objeto de promover y mejorar la calidad de la detección, diagnóstico y tratamiento tempranos de la sordera, sino también para mejorar la posibilidad de establecer comparaciones entre los distintos estudios.

En base a los conocimientos actuales sobre el tema, como punto de partida se puede recomendar la instauración de un cribado auditivo escolar mediante audiometría tonal con auriculares supraurales en las frecuencias 1, 2 y 4 kHz, con un nivel umbral de derivación para estudios audiológicos de 20 dBHL en una de las frecuencias en uno o ambos oídos. Sin embargo, la definición del umbral para la derivación a estudios debería ser establecida teniendo en cuenta la disponibilidad y la capacidad de los servicios de diagnóstico y rehabilitación, dado que umbrales muy exigentes generarán un mayor número de falsos positivos. El recribado debe ser un paso obligado para controlar el número de éstos. En el caso de niños con imposibilidad de realizar una audiometría se debe recurrir a otras técnicas objetivas.

Es importante que los servicios de diagnóstico y rehabilitación estén disponibles y sean accesibles para derivar los niños que no superan el cribado auditivo, así como tener un sistema de seguimiento eficaz con el fin de evitar las pérdidas de casos en el proceso y comprobar que los casos detectados estén siendo atendidos de forma adecuada.

El establecimiento de directrices para el cribado auditivo es un paso crítico para la expansión de programas estandarizados, puesto que facilitarán la realización de los estudios de calidad necesarios para conocer de forma fiable la prevalencia regional de la hipoacusia infantil postnatal. Adicionalmente,

la estandarización servirá para optimizar la sensibilidad y especificidad de las pruebas utilizadas para el cribado, lo que contribuirá a una mejor eficacia de dichos programas (Yong *et al.*, 2020). El análisis y gestión de estos datos es un componente fundamental para monitorizar el control de calidad y evaluar el éxito a largo plazo (Helfer *et al.*, 2003).

La mayoría de las sociedades científicas recomiendan varios controles durante la etapa escolar (en ocasiones coincidentes con los cambios de ciclo dentro de las distintas etapas educativas). Al menos, se consideran importantes los cribados a la edad de 2-3 años, de 5-6 años, de 7-8 años, de 11-12 años, y de 15-16 años (OMS, 2021; Bower *et al.*, 2023).

En el contexto de la educación inclusiva es importante contar con métodos innovadores para la detección precoz de la pérdida auditiva en la etapa escolar. Dentro de esta nueva metodología, la teleaudiología permite realizar evaluaciones auditivas de forma remota con cualquier tipo de técnica y en una amplia variedad de localizaciones, utilizando herramientas de comunicación en línea y/o equipos especiales. También se puede incluir bajo esta denominación la autoadministración de cuestionarios y pruebas audiométricas mediante aplicaciones para teléfonos móviles, dispositivos portátiles o *wearables*.

Todas estas nuevas técnicas ofrecen ventajas, tales como una mayor disponibilidad, sencillez y precisión en la evaluación de la capacidad auditiva. Además, permiten una mayor participación en el proceso de detección de una pérdida auditiva, ya que se pueden realizar pruebas de forma remota y autónoma, disminuyendo asimismo la necesidad de personal especializado. Estas técnicas también permiten recopilar datos continuos sobre la exposición al ruido y otros factores ambientales que pueden afectar la audición, lo que proporciona información adicional para identificar y prevenir problemas auditivos.

Las nuevas técnicas no están exentas de limitaciones, pero se espera que la inteligencia artificial ayude a superarlas mejorando su eficiencia y precisión. Estos avances en la detección de la pérdida auditiva son fundamentales para asegurar la igualdad de oportunidades y una educación de calidad.

5. RECOMENDACIONES CODEPEH 2024

La sordera postnatal es un problema de primer orden durante toda la edad pediátrica y posteriormente a la misma (Figura1).

- Existe la necesidad de contar con protocolos eficaces para la detección precoz y el tratamiento temprano de la sordera infantil postnatal, dado que superar el cribado auditivo neonatal no garantiza una audición normal a lo largo de la infancia.
- Es recomendable realizar una valoración auditiva durante las revisiones de salud del lactante, en el momento de la escolarización y al inicio o fin de cada ciclo de las distintas etapas educativas (se consideran importantes los cribados a la edad de 2-3 años, de 5-6 años, de 7-8 años, de 11-12 años, y de 15-16 años), así como ante cualquier signo de alerta y/o sospecha observada por la familia o los cuidadores.
- La teleaudiología es una nueva herramienta que puede permitir la realización de un cribado auditivo postnatal efectivo y eficiente. Engloba tanto dispositivos audiológicos portátiles conectados a internet, como plataformas y aplicaciones en línea.
- Esta evaluación auditiva postnatal mediante nuevas tecnologías tiene numerosas ventajas y también algunos inconvenientes o limitaciones que deben ser tenidos en cuenta.
- La inteligencia artificial (IA) posibilitará la mejora de los procesos de cribado, el análisis y el tratamiento de datos para optimizar la prevención y el diagnóstico precoz de la sordera postnatal.
- Al igual que otros programas de cribado poblacional infantil, el cribado auditivo posnatal debe ser incluido en la cartera de servicios de Salud Pública.

6. TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 *Signos de alerta para detectar pérdidas de audición en edad pediátrica*

SIGNOS DE ALERTA	
Entre los 6 meses de vida y los 15 años, hay que observar si...	
ANTES DE LOS DOS AÑOS	
✓ No se asusta, ni altera con ruidos fuertes y repentinos ✓ No responde con sonidos vocálicos cuando se le habla ✓ No se orienta ni gira la cabeza ante voces o sonidos familiares ✓ No juega con vocalizaciones, ni imita sonidos ✓ No hace sonar juguetes u objetos a su alcance ✓ No reacciona a su nombre ✓ No presta atención a los cuentos ✓ No atiende a las canciones infantiles, ni juega imitando los gestos que las acompañan ✓ No dice papá/mamá ✓ No señala objetos ni a personas familiares cuando se le nombran ✓ No entiende instrucciones sencillas como “dame...”, “toma...”, “ven...” “di adiós...”	
ENTRE LOS DOS Y LOS CUATRO AÑOS	
✓ No atiende a lo que se le dice si no está mirando a quien le habla ✓ No nombra algunos objetos familiares ✓ No hace frases de dos palabras ✓ No progresa en las habilidades de habla y comunicación ✓ No identifica de dónde provienen los sonidos ✓ Se frustra fácilmente ✓ Pregunta frecuentemente “¿Qué?”, “¿Eh?”...	
A PARTIR DE LOS CUATRO AÑOS	
✓ Muestra hipersensibilidad a ciertos sonidos ✓ Para la escucha y/o acercarse a una fuente de sonido, recurre preferentemente a uno de sus oídos ✓ No conversa con otros niños ✓ Solo su familia entiende lo que dice ✓ Manifiesta problemas de conducta o dificultades sociales ✓ Presenta retraso del aprendizaje y cambios en su rendimiento escolar ✓ Manifiesta alteraciones en el lenguaje, hablado y/o escrito, que denotan una mala discriminación del habla ✓ Refiere que oye la voz y otros sonidos de forma atenuada ✓ Evidencia dificultad para oír sonidos agudos ✓ Entiende mal las conversaciones en lugares ruidosos ✓ Tiene problemas para entender conversaciones por teléfono ✓ Hace repetir frecuentemente lo que se le dice ✓ Pide a los demás que hablen más despacio, claro y/o alto ✓ Sube el volumen de la televisión y de cualquier otro dispositivo electrónico ✓ Se queja de percibir zumbidos en los oídos	

(FUENTE: CODEPEH, elaboración propia 2024)

Tabla 2 Plataformas, juegos, aplicaciones y cuestionarios (entre otros)

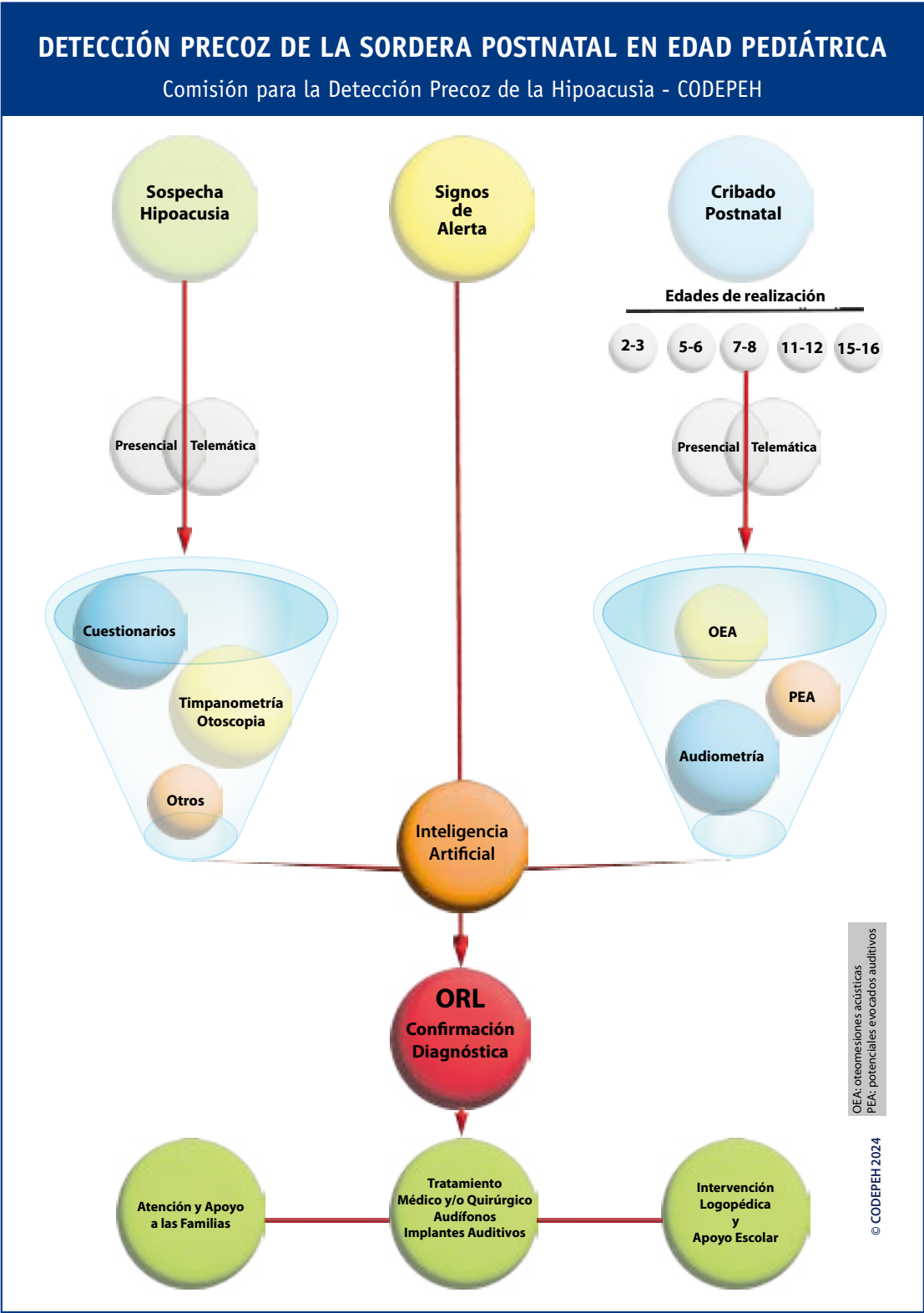
Plataformas y audiometría portátil	✓ https://learntoscreen.org ✓ https://www.soundscouts.com ✓ https://eaudiology.audiology.org/ ✓ https://www.theaudiologyproject.com/hearscreenusa ✓ https://www.shoebox.md/ ✓ https://www.ata.org/ ✓ https://screenout.id/home ✓ https://www.resound.com/en-us/online-hearing-test ✓ https://geoaxon.com/kuduwave-pro ✓ https://telehearportal.com/login
Juegos	✓ https://www.audiogames.net/ ✓ https://soniclearning.com.au/our-programs/fast-forward/ ✓ https://www.hearingcoach.com/ ✓ https://www.jabraenhance.com/survey
Aplicaciones	✓ hearWHO https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/sensory-functions-disability-and-rehabilitation/hearwho ✓ MIMI Hearing test https://mimi.io/mimi-hearing-test-app ✓ SoundPrint https://www.soundprint.co ✓ HearScreen: https://www.hearxgroup.com/hearscreen/ ✓ UHEAR https://medicinapps.com/product/uhea%E2%80%AAR%E2%80%AC/ ✓ Digit-in-Noise Test (DIN)
Cuestionarios	✓ Screening Tool for Auditory Processing Disorders (SCAN): https://www.pearsonassessments.com/store/usassessments/en/Store/Professional-Assessments/Speech-%26-Language/SCAN-3%3AC-Tests-for-Auditory-Processing-Disorders-for-Children/p/100000236.html ✓ Children's Auditory Performance Scale (CHAPS): https://www.phonakpro.com/content/dam/phonakpro/gc_hq/en/resources/counseling_tools/documents/child_hearing_assessment_childrens_auditory_performance_scale_chaps_2017.pdf ✓ Early Hearing Detection and Intervention (EHDI) Program https://www.asha.org/advocacy/early-hearing-detection-and-intervention/ ✓ Parental Evaluation of Developmental Status (PEDS) https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F04824-000 ✓ "LittleEARS" https://www.medel.com/es-es/about-hearing/hearing-test/little-ears-auditory-questionnaire

Videoconferencia

Plataformas generalistas: Zoom, Skype, Microsoft Teams, WEBEX Estas plataformas son comúnmente utilizadas para consultas a distancia. Permiten la comunicación en tiempo real, facilitando la evaluación de comportamientos auditivos y la administración de pruebas simples. Además, tienen la opción de subtítulo en directo, como medida de accesibilidad.

(FUENTE: CODEPEH, elaboración propia 2024)

Figura 1 *Detección precoz de la sordera postnatal en edad pediátrica*



(FUENTE: CODEPEH, elaboración propia 2024)

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Academy of Audiology. Subcommittee on Childhood Hearing Screening. (2011). *Clinical practice guidelines: Childhood hearing screening guidelines*. American Academy of Audiology.
- American Speech-Language-Hearing Association (2019). Childhood Hearing Screening State Hearing Screening Requirements. Disponible online en: https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/childhood-hearing-screening/?srsltid=AfmBOoqfE_nNkiOy2do2LwED-vYst7EpQzMgm6ZWkovZQO8ktM-peH3LQC.
- Baglama, B., Haksız, M., y Uzunboylu, H. (2018). Technologies used in education of hearing-impaired individuals. *Revista internacional de tecnologías emergentes en el aprendizaje* 13(09), 53-53.
- Bamford, J., Fortnum, H., Bristow, K., Smith, J., Vamvakas, G., Davies, L. y Hind, S. (2007). Current practice, accuracy, effectiveness and cost-effectiveness of the school entry hearing screen. *Health Technol Assess*, 11(32), 1-168.
- Beals, M., Larson, S.D., Kaplan, B., Kinter, C., Langlois, M., Magee, C. y Parsons, W. (2016). *Hearing screening guidelines for the pre-school/school population*. State of Alaska Department of Health and Social Services.
- Benaouda, D. (2012). My Virtual Audiology Clinical Skills Laboratory. *International Journal of Web-based Learning and Teaching Technologies*, 7(2), 1-15.
- Bento, R. F., Albernaz, P. L. M., Francesco, R. C. D., Wiikmann, C., Frizzarini, R. y Castilho, A.M. (2003). Video test for hearing screening in children. *International Congress Series*, 1240, 217-220.
- Botasso, M., Sanches, S.G.G., Bento, R.F. y Samelli, A.G. (2015). Teleaudiometry as a screening method in school children. *Clinics (Sao Paulo)*, 70(4), 283-288.
- Bower, C., Reilly, B.K., Richerson, J. y Hecht, J.L. Committee on Practice and Ambulatory Medicine. Section on otolaryngology-head and neck surgery (2023). Hearing assessment in infants, children, and adolescents: recommendations beyond neonatal screening. *Pediatrics*, 152(3), e2023063288.
- Bussé, A.M.L., Mackey, A.R., Carr, G., Hoeve, H.L.J., Uhlén, I.M., Goedegebure, A. y Simonsz, H.J., EUSCREEN Foundation (2021). Assessment of hearing screening programmes across 47 countries or regions III: provision of childhood hearing screening after the newborn period. *Int J Audiol*, 60(11), 821-830.
- Cardier, M., Manrique, R., Huarte, A., Valencia, M.L., Borro, D., Calavia, D. y Manrique, M. (2016). Telemedicine. Current status and future prospects in audiology and otology. *Rev. Med. Clin. Condes*, 27(6), 840-847.
- Carvalho, N.G. D., Amaral, M.I.R.D. y Colella-Santos, M.F. (2021). AudBility: Effectiveness of an online central auditory processing screening program. *PLoS one*, 16(8), e0256593.
- Carvalho, N.G., Amaral, M.I.R.D. y Colella-Santos, M.F. (2023). AudBility: an online program for central auditory processing screening in school-aged children from 6 to 8 years old. *Codas*, 35(6), e20220011.
- Chen, H., Wang, N., Chiu, W., Liu, S.Y., Chang, Y.P., Lin, P.Y. y Chung, K. (2014). A test protocol for assessing the hearing status of students with special needs. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 78(10), 1677-1685.
- Chin, J., O'Toole, P., Lin, J., Laval-liere, J.M., Huang, G.C., Asghar, M.R., Milam, A., Amine, N., Sahni, S., Terrell, M., Junsanto-Bahri, T. y Lomiguen, C. M. (2020). Addressing auditory health with a medical student-run screening program in an urban, underserved minority population. *Scholar: pilot and validation studies*, 1(2), 2-7.
- Clark, J.L. (2008). Hearing loss in Mozambique: current data from Inhambane Province. *Int J Audiol*, 47(suppl 1), 49.
- Cunha, M. L., Silva, M., Costa, T. y Corona, A.P. (2023). Hearing screening using the uHear™ smartphone-based app: reproducibility of results from two response modes. *Codas*, 35(2), e20210143.
- D'Onofrio, K. L. y Zeng, F. G. (2022). Tele-audiology: current state and future directions. *Front. Digit. Health*, 3, 788103.
- Eksteen, S., Launer, S., Kuper, H., Eikelboom, R.H., Bastawrous, A. y Swanepoel, D.W. (2019). Hearing and vision screening for preschool children using mobile technology, South Africa. *Bull World Health Organ*, 97(10), 672-680.
- Eugenio, F. C. y De la Cruz, J. S. D. (2019). Assessing E-Learning applications as an effective tool in engaging auditory processing disorder learners for educators. *ICIST '19: Proceedings of the 9th International Conference on Information Systems and Technologies*, 27, 1-4.
- Faramarzi, M., Babakhani Fard, S., Bayati, M., Jafarlou, F., Parhizgar, M., Rezaee, M. y Keshavarz, K. (2022). Cost-effectiveness analysis of hearing. Open Access screening program for primary school children in southern Iran, Shiraz. *BMC Pediatrics*, 22(1), 318.

- Flanary, V.A., Flanary, C.J., Colombo, J. y Kloss, D. (1999). Mass hearing screening in kindergarten students. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 50(2), 93-98.
- Govender, S., Latiff, N., Asmal, N., Ramsaroop, S. y Mbele, T. (2015). Evaluating the outcomes of a hearing screening service for grade one learners in urban areas at Durban, South Africa. *J Public Health Afr*, 6(1), 529.
- Grogan-Johnson, S., Gabel, R., Taylor, J.Y., Rowan, L.E., Alvares, R. y Schenker, J. (2011). A Pilot investigation of speech sound disorder intervention delivered by telehealth to school-age children. *International Journal of Tele-rehabilitation*, 3(1), 31-42.
- Gumbie, M., Parkinson, B., Dillon, H., Bowman, R., Song, R. y Cutler, H. (2022). Cost-effectiveness of screening preschool children for hearing loss in Australia. *Ear Hear*, 43(3), 1067-1078.
- Helfer, T.M., Lee, R.B., Maris, D.C. y Shields, A.R. (2003). Wanted: a national standard for early hearing detection and intervention outcomes data. *Am J Audiol*, 12(1), 23-30.
- Jacob, A., Rupa, V., Job, A. y Joseph, A. (1997). Hearing impairment and otitis media in a rural primary school in south India. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 39(2), 133-138.
- Joint Committee on Infant Hearing (2019). Position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Journal Early Hearing and Intervention*, 4(2), 1-44.
- Kam, A.C.S., Gao, H., Li, L.K.C., Zhao, H., Qiu, S. y Tong, M.C.F. (2013). Automated hearing screening for children: a pilot study in China. *Int J Audiol*, 52, 855-860.
- Khairi Md Daud, M., Noor, R.M., Rahman, N.A., Sidek, D.S. y Mohamad, A. (2010). The effect of mild hearing loss on academic performance in primary school children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 74, 67-70.
- Kik, J., Heijnsdijk, E.A., Mackey, A.R., Carr, G., Horwood, A.M., Fronius, M., Carlton, J., Griffiths, H.J., Uhlén, I.M. y Simonsz, H.J., Country-Committees Joint-Partnership of the EU-SCREEN Study Consortium (2023). Availability of data for cost-effectiveness comparison of child vision and hearing screening programmes. *J Med Screen*, 30(2), 62-68.
- Kiktová, E., Zimmermann, J., Ondáš, S., Pleva, M., Juhár, J. y Sesova, V. (2020). The role of hearing screening using an audiometry application in the education of children with hearing impairment. <https://doi.org/10.1109/iceta51985.2020.9379250>
- Krueger, W.W.O. y Ferguson, L. (2002). A comparison of screening methods in school-aged children. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 127(6), 516-519.
- Lammers, D., Rocker, A., Chan, D.S., Couchman, D., Wang, Y., Fraser, A., MacCormick, J. y Bromwich, M. (2021). iHear: Canadian medical student-based hearing assessment program for grade school children using a tablet audiometer. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 50(1), 60.
- Lancaster, P., Krumm, M., Ribera, J. y Klich, R.J. (2008). Remote hearing screenings via telehealth in a rural elementary school. *American Journal of Audiology*, 17(2), 114-122.
- Lescouffair, G. (1975). Critical view on audiometric screening in school. *Archives of Otolaryngology-head and Neck Surgery*, 101(8), 469-473.
- Liao, W., Young, S., Tang, S., Shiao, A., Wang, S., Lien, C. y Shiao, M.L. (2010). A novel method for quick hearing assessment of children. *2010 International Conference on Electronics and Information Engineering*, 1, V1-34-V1-37.
- Lo, A.H.C. y McPherson, B. (2013). Hearing screening for school children: utility of noise-cancelling headphones. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*, 13(1), 6.
- Mackey, A. R., Persson, A. y Uhlén, I. (2024). Pre-school hearing screening is necessary to detect childhood hearing loss after the newborn period: a study exploring risk factors, additional disabilities, and referral pathways, *International Journal of Audiology*, 24, 1-9.
- Madzivhandila, A.G., le Roux, T. y Biagio de Jager, L. (2024). Neonatal hearing screening using a smartphone-based otoacoustic emission device: A comparative study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 177, 111862.
- Mahomed-Asmail, F., Swanepoel, D.W., Eikelboom, R.H., Myburgh, H.C. y Hall, J.W. (2016). Clinical validity of hearscreen™ smartphone hearing screening for school children. *Ear and Hearing*, 37(1), e11-e17.
- Martínez Pacheco, M.C., Sequí-Cañet, J.M. y Donzo-Tobele, M. (2021). Programas de detección precoz de la hipoacusia infantil en España: estado de la cuestión. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 72(1), 37-50.
- Mcpherson, B., Law, M. M. S. y Wong, M. S. M. (2010). Hearing screening for school children: comparison of low-cost, computer-based and conventional audiometry. *Child Care Health Dev*, 36(3), 323-331.
- Melo, I.M.M., Silva, A.R.X., Camargo, R., Cavalcanti, H.G., Ferrari, D.V.,

- Taveira, K.V.M. y Balen, S.A. (2022). Accuracy of smartphone-based hearing screening tests: a systematic review. *Codas*, 34(3), e20200380.
- Molini-Avejonas, D.R., Rondon-Melo, S., Amato, C.A. D. L. H. y Samelli, A.G. (2015). A systematic review of the use of telehealth in speech, language and hearing sciences. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 21(7), 367-376.
- Monica, S.D., Ramkumar, V., Krumm, M., Raman, N., Nagarajan, R. y Venkatesh, L. (2017). School entry level tele-hearing screening in a town in South India-lessons learnt. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 92,130-135.
- National Screening Committee (2019). UK NSC Child screening programme Hearing. Disponible online en <https://view-health-screening-recommendations.service.gov.uk/hearing-child/>
- Nees, M. A. y Berry, L.F. (2013). Audio assistive technology and accommodations for students with visual impairments: Potentials and problems for delivering curricula and educational assessments. *Performance Enhancement & Health*, 2(3), 101-109.
- Niskar, A.S., Kieszak, S.M., Holmes, A., Esteban, E., Rubin, C., y Brody, D.J. (1998). Prevalence of hearing loss among children 6 to 19 years of age: the third national health and nutrition examination survey. *JAMA*, 279(14), 1071-1075.
- Nogueira, J.C.R. y Mendonça, MdC. (2011). Assessment of hearing in a municipal public school student population. *Braz J Otorhinolaryngol*, 77, 716-720.
- Núñez-Batalla, F., Jáudenes-Casabón, C., Sequí-Canet, J. M., Vivanco-Allende, A. y Zubicaray-Ugarteche, J. (2015). Recomendaciones CODEPEH 2014. *Revista Española de Discapacidad*, 3(1), 163-186.
- Núñez-Batalla, F., Jáudenes-Casabón, C., Sequí-Canet, J. M., Vivanco-Allende, A. y Zubicaray-Ugarteche, J. (2024). Sorderas postnatales. Sordera infantil progresiva, de desarrollo tardío o adquirida: recomendaciones CODEPEH 2023. *Revista Española de Discapacidad*, 12(1), 197-211.
- Organización Mundial de la Salud (2021). Hearing screening: considerations for implementation. Geneva: World Health Organization.
- Prieve, B. A., Schooling, T., Venediktov, R. y Franceschini, N. (2015). An evidence-based systematic review on the diagnostic accuracy of hearing screening instruments for preschool- and school-age children. *American Journal of Audiology*, 24(2), 250-267.
- Qian, K., Xiao, L., Li, H., Li, S., Li, W., Ning, Z., Yu, S., Hou, L., Tang, G., Lu, J., Feng, L., Duan, S., Du, C., Cheng, Y. I., Wang, Y., Gan, L., Yamamoto, Y. y Schuller, B.W. (2020). Computer audition for healthcare: opportunities and challenges. *Front Digit Health*, 2, 5.
- Qu, X.M., Wang, J.H. y Miao, R. (2021). Application of wearable technology in education. *Open Access Library Journal*, 8, 1-11.
- Richardson, J.T. E., Long, G. L. y Foster, S. (2004). Academic engagement in students with a hearing loss in distance education. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(1), 68-85.
- Samelli, A.G., Rabelo, C.M., Sanches, S.G.G., Aquino, C.P. y Gonzaga, D. (2017). Tablet-based hearing screening test. *Telemedicine Journal and E-health*, 23(9), 747-752.
- Santoso, Y.B., Astuti, E. Y., Ratnawulan, T., Khoeriah, N.D. y Hakim, L.L. (2020). Development assistive technology for students with hearing impairments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1539(1), 012042.
- Schafer, E. C., Kirby, B. y Miller, S. (2020). Remote microphone technology for children with hearing loss or auditory processing issues. *Seminars in Hearing*, 41(04), 277-290.
- Schimmel, C., Cormier, K., Manchaiah, V., Swanepoel, W. y Sharma, A. (2024). Digits-in-noise test as an assessment tool for hearing loss and hearing aids. *Audiol Res*, 14(2), 342-358.
- Sekhar, D.L., Rhoades, J.A., Longenecker, A.L., Beiler, J.S., King, T.S., Widome, M.D. y Paul, I.M. (2011). Improving detection of adolescent hearing loss. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 165(12), 1094-1100.
- Shinn, J. R., Jayawardena, A. D. L., Patro, A., Zúñiga, M. G. y Netterville, J. L. (2019.). Teacher prescreening for hearing loss in the developing world. *Ear Nose Throat Journal*, 100 (suppl3), 259S-262S.
- Skarżyński, P. H., Świerniak, W., Piłka, A., Skarżyńska, M. B., Włodarczyk, A., Kholmátov, D., Makhamadiev, A. y Hatzopoulos, S. (2016). A hearing screening program for children in primary schools in Tajikistan: A telemedicine model. *Medical Science Monitor*, 22, 2424-2430.
- Smits, C., Goverts, S. T. y Festen, J. M. (2013). The digits-in-noise test: Assessing auditory speech recognition abilities in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 133(3), 1693-1706.
- Soares, M., Nakazawa, M., Ishikawa, K., Sato, T. y Honda, K. (2014). Hearing screening for japanese children and young adults using the automated auditory brainstem response. *Auris Nasus Larynx*, 41(1), 17-21.
- de Sousa, K.C., Smits, C., Moore, D.R., Chada, S., Myburgh, H. y Swanepoel, W. (2022). Global use and outcomes of the hearWHO mHealth hearing test. *Digit Health*, 8, 1-9.

- Sternin, A., Burns, A. y Owen, A M. (2019). Thirty-five years of computerized cognitive assessment of aging. Where are we now? *Diagnostics*, 9(3), 114.
- Swanepoel, D. W., Clark, J. L., Koekemoer, D., Hall, J. W., Krumm, M. y Ferrari, D. V. (2010). Telehealth in audiology: The need and potential to reach underserved communities. *International Journal of Audiology*, 49(3), 195-202.
- Taitelbaum-Swead, R. y Fostick, L. (2024). Hebrew digits in noise (DIN) Test in cochlear implant users and normal hearing listeners. *Audiol Res*, 14(3), 457-468.
- Torrente, M.C., Tamblay, N., Herra-da, J. y Maass, J.C. (2023). Hearing loss in school-aged children. *Acta Oto-Laryngológica*, 143, 28-30.
- Trapl, E. S., Taylor, H. G., Colabianchi, N., Litaker, D. y Borawski, E. A. (2013). Value of audio-enhanced handheld computers over paper surveys with adolescents. *American Journal of Health Behavior*, 37(1), 62-69.
- Tsuiki, T., Murai, S., Sato, M. y Ohta, H. (1974). Hearing Test for Eighteen Thousand School Children. *Auris Nasus Larynx*, 1(1), 53-61.
- Winston-Gerson, R. y Sabo, D.L. (2016). Hearing loss detection in schools and early childcare settings: an overview of school-age hearing screening practices. *NASN Sch Nurse*, 31(5), 257-262
- Wu, W., Lü, J., Li, Y., Kam, A.C., Fai Tong, M.C., Huang, Z. y Wu, H., (2014). A new hearing screening system for preschool children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(2), 290-295.
- Yang, T., Wu, C., Liao, W., Yeh, K. y Chou, P. (2011). Mean hearing thresholds among school children in Taiwan. *Ear Hear*, 32, 258-265.
- Yong, M., Panth, N., McMahon, C.M., Thorne, P.R. y Emmett, S.D. (2020). How the world's children hear: a narrative review of school hearing screening programs globally. *OTO Open*, 4(2) 2473974X20923580
- Yousuf Hussein, S., Swanepoel, W., Mahomed, F. y Biagio de Jager, L. (2018). Community-based hearing screening for young children using an mHealth service-delivery model. *Global Health Action*, 11(1), 1467077.
- Zanin, J. y Rance, G. (2016). Functional hearing in the classroom: assistive listening devices for students with hearing impairment in a mainstream school setting. *International Journal of Audiology*, 55(12), 723-729.
- Zitelli, L. y Morner, E. (2020). Smartphones and hearing loss: there's an app for that! *Seminars in Hearing*, 41(4), 266-276.



Pantoja, 5 (Local) 28002 Madrid
Tel.: 91 576 51 49 Fax: 91 576 57 46
Servicio Telesor

fiapas@fiapas.es www.fiapas.es www.bibliotecafiapas.es

Síguenos en:     

Depósito Legal: M-26186-2024 © FIAPAS 2024

Esta publicación está disponible para su descarga en PDF en www.bibliotecafiapas.es

