

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

Palabras clave

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

Keywords

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

1. Introducción

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 y es necesario desarrollar otras iniciativas dirigidas a la detección precoz de la pérdida auditiva postnatal (Torrente et al., 2023).

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

Actualmente, los programas de detección precoz de la hipoacusia congénita contemplan habitualmente la vigilancia hasta los tres o cuatro años de vida de los/as niños/as 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 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).

Se precisa, por tanto, un cribado postnatal, que queda justificado por el hecho de que la patología a diagnosticar cumple criterios de frecuencia y gravedad y se beneficia del diagnóstico precoz (Faramarzi, 2022).

En el documento de recomendaciones de la CODEPEH de 2023 quedó establecida la necesidad de contar con protocolos para la detección auditiva

Faustino Núñez Batalla

<fnunezb@uniovi.es>

Sociedad Española de Otorrinolaringología. España

Carmen Jáudenes Casaubón

<fiapas@fiapas.es>

Confederación Española de Familias de Personas Sordas (FIAPAS). España

José Miguel Sequí Canet

Asociación Española de Pediatría. España

Ana Vivanco Allende

Asociación Española de Pediatría. España

José Zubicaray Ugarteche

Sociedad Española de Otorrinolaringología. España



Para citar:

Núñez Batalla, F., Jáudenes Casaubón, C., Sequí Canet, J. M., Vivanco Allende, A. y Zubicaray Ugarteche, J. (2026). Cribado auditivo de la sordera postnatal en edad pediátrica: recomendaciones CODEPEH 2024. *Revista Española de Discapacidad*, 14(1), 261-278.

Doi: <<https://doi.org/10.5569/2340-5104.14.01.12>>



precoz postnatal. Los programas de cribado auditivo escolar son una opción viable para este fin, aunque no están extendidos tal como sería recomendable. 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 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.

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...	
<p>ANTES DE LOS DOS AÑOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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...” <p>ENTRE LOS DOS Y LOS CUATRO AÑOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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?” ... 	<p>A PARTIR DE LOS CUATRO AÑOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra hipersensibilidad a ciertos sonidos • Recurre preferentemente a uno de sus oídos para la escucha y/o acercarse a una fuente de sonido • 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.

Esta propuesta tiene su encaje entre las acciones mandatadas en nuestro marco legal, que deben desarrollarse dentro del ámbito de la prevención y reducción de la aparición de nuevas discapacidades o la intensificación de las preexistentes (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2023). Asimismo, tiene su razón de ser y se alinea con la *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad* (ONU, 2006), singularmente con sus artículos 25 y 26, destacando “el interés primordial de la infancia”, que debe contemplarse “en todas las acciones que lleven a cabo las instituciones de bienestar social públicas o priva-

das (...)"'. Desde el enfoque de los derechos, la igualdad y la no discriminación, este es el marco estratégico idóneo que aporta el valor preciso al contenido que se aborda en el presente documento.

2. Estado actual del cribado postnatal

Para la detección temprana de la sordera postnatal, tanto el Joint Committee on Infant Hearing (2019), como la CODEPEH (Núñez Batalla et al., 2015), proponen el seguimiento de los/as niños/as con o sin factores de riesgo de hipoacusia, incluso aunque hayan superado el cribado neonatal, al menos hasta la edad de tres años. Pero esta medida sería insuficiente ya que la mayoría de las hipoacusias postnatales aparecen después de los tres años y muchos casos no presentan factores de riesgo reconocibles en el momento del nacimiento.

Parece recomendable por ello realizar pruebas de audición postnatal, por ejemplo, durante las revisiones de salud del niño/a, en el momento de la incorporación a la escolarización y al inicio o fin de cada ciclo de cada etapa educativa.

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 en el contexto de la educación inclusiva favorece la igualdad de oportunidades, al mismo tiempo que tiene un importante impacto y repercusión en materia de salud pública.

Respecto al coste-beneficio del cribado hay experiencias en Australia con una aplicación que evalúa la existencia de problemas auditivos en el propio domicilio. 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, gracias a las mejoras acumuladas en la calidad de vida, la educación y los resultados económicos (Bussé et al., 2021; Gumbie et al., 2022).

Dado que a nivel mundial una mayoría de los/as niños/as están escolarizados/as, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que, en este entorno, ofrece una oportunidad única para 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 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. Aun en donde se implementa existen importantes diferencias entre los protocolos, en las pruebas utilizadas para el cribado y en los umbrales que se consideran indicativos para la derivación a estudios diagnósticos e intervenciones terapéuticas.

La OMS recomienda el cribado de todos los niños y niñas, al menos, al inicio de la etapa escolar. En entornos con un sistema de salud que lo permita, se deben 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 (WHO, 2021; Bower et al., 2023). Para facilitar el acceso a los/as escolares es preferible llevar a cabo el cribado en las instalaciones de los propios centros educativos, eligiendo un espacio tranquilo como un aula vacía.

A nivel mundial 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 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 recomendaciones para llevarlo a cabo en el primer año de la educación primaria (National Screening Committee, 2019). En España, las Islas Baleares son la única comunidad autónoma que realiza cribado escolar reglado (Martínez Pacheco et al., 2021). Hay pocos datos publicados de otros países sobre las regulaciones existentes (Yong et al., 2020).

En cuanto a la tecnología utilizada, 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 (Botasso et al., 2015; Skarżyński 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 considera indispensable en los protocolos de cribado auditivo escolar y 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), pero las frecuencias audiométricas y los criterios de derivación varían 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 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). Como objetivo del cribado, la OMS especifica que ha de identificarse la hipoacusia uni o bilateral, incluyendo la transmisiva, mixta o neurosensorial. 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 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.

La mayoría de los protocolos incorporan una combinación de otoscopia y timpanometría al cribado con tonos puros. Asociar la otoscopia es útil para la detección de patología del oído externo y medio (Jacob et al., 1997). La timpanometría se recomienda por su utilidad para evaluar la patología del oído medio, particularmente la otitis secretora (Chen et al., 2014; Govender et al., 2015; Winston-Gerson y Sabo, 2016).

Las otoemisiones acústicas forman parte de la rutina del cribado auditivo escolar en escasos protocolos. Aunque el cribado con esta tecnología es menos sensible y produce mayor número de falsos positivos, que el cribado con audiometría (Krueger y Ferguson, 2002), para muchos autores las otoemisiones son más relevantes cuando los/as niños/as no son capaces de seguir instrucciones para el cribado (American Academy of Audiology, 2011; Chen et al., 2014).

Respecto a los potenciales auditivos automáticos, hay experiencias que evidencian su utilidad, como la de Soares (Soares et al., 2014), que concluye que los resultados demostraron su fiabilidad, tanto con niños/as en edad preescolar como en edad escolar, con una especificidad del 95,1 % y una sensibilidad del 96,3 %.

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 recibado inmediato para reducir los falsos positivos, pero la mayoría de los estudios no lo incluyen. Este aspecto, aparentemente simple, pero enormemente importante, puede impactar profundamente 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/as niños/as 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 baja del 12 % (Sekhar et al., 2011), se les considera inadecuados para una estrategia viable de cribado (Kam et al., 2013).

Una cuestión clave es la pérdida en el seguimiento de los/as niños/as que son derivados/as a confirmación diagnóstica con el médico otorrino (ORL), con tasas del 10 % al 65 % (Flanary et al., 1999; Clark, 2008).

En algunos países existen programas de cribado auditivo escolar de forma muy heterogénea. Es urgente investigar en esta área y establecer protocolos estandarizados, no solamente para favorecer y mejorar la calidad de la detección y el diagnóstico precoz a través de los programas de cribado, sino también para mejorar los estudios comparativos entre estos (Bussé et al., 2021).

3. Técnicas y métodos emergentes

El cribado auditivo escolar presencial, tal como se realiza en centros sanitarios y educativos, presenta varios inconvenientes que afectan a su efectividad y eficiencia: la accesibilidad y cobertura, los costes y recursos, el tiempo y interrupción escolar, la necesidad de formación y capacitación del personal y la variabilidad en los protocolos. Para mitigar dichos problemas, existen alternativas como las englobadas en el concepto de teleaudiología: mediante tecnologías digitales se llevan a cabo pruebas audiológicas en remoto o con menos interrupciones. Comparando con métodos clásicos, 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 posibilita la realización de pruebas en cualquier momento, incluso, desde el hogar (Tsuiki et al., 1974; Ferreira 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).

La teleaudiología emerge como solución innovadora para superar barreras geográficas y mejorar el acceso a los servicios auditivos. Según la necesidad de conexión activa con un/a profesional, se pueden dividir los

métodos en dos grupos, unos guiados por profesionales y otros que pueden ser autoadministrados para una valoración posterior. Los guiados por profesional, al aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), permiten evaluaciones auditivas remotas completas y consultas a los/as profesionales utilizando herramientas de comunicación en línea y/o equipos especiales. Entre las pruebas sin contacto directo con un profesional se puede incluir la autoadministración de pruebas audiométricas con aplicaciones para teléfonos móviles, cuestionarios, dispositivos portátiles y *wearables*, entre otras (Lescouflair, 1975; Ferreira 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).

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.

a) Técnicas que requieren la intervención de un/a profesional:

- Audiometría tonal
- Otoemisiones acústicas (OEA)
- Auditoría de respuestas auditivas del tronco encefálico (ABR)
- Impedanciometría
- Videotoscopia

El uso de estos dispositivos permite realizar cualquier técnica audiológica de forma remota, obteniendo resultados similares a las técnicas de referencia (D'Onofrio y Zeng, 2022). Registran las respuestas auditivas y envían los datos a un/a profesional para su análisis en directo o diferido.

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 (Ferreira Bento et al., 2003; Liao et al., 2010; Skarżyński et al., 2016; Monica et al., 2017; Samelli et al., 2017; Santoso et al., 2020).

En niños/as que colaboran, la audiometría es la prueba estándar. En niños/as pequeños/as o no colaboradores/as se pueden utilizar técnicas objetivas como las otoemisiones acústicas, los potenciales evocados auditivos u otras.

Familias y profesorado deben ser instruidos para la realización de la prueba (Madzivhandila et al., 2024). Los dispositivos portátiles también pueden ser utilizados directamente por los/as propios/as escolares con una mínima supervisión, permitiendo realizar pruebas auditivas básicas en su domicilio o en el centro educativo.

También puede recurrirse a pruebas de audición y comportamiento auditivo visualizadas en directo a través de videoconferencias. Los/as profesionales pueden guiar a las familias o cuidadores/as a través de una evaluación auditiva en tiempo real. Resulta útil para observar la conducta del niño/a y realizar evaluaciones subjetivas. Permite la interacción profesional-paciente, observar procedimientos y proporcionar instrucciones en tiempo real. Se utilizan diversas técnicas y herramientas, como audífonos digitales y auriculares intra o supraurales, para evaluar la capacidad auditiva (Nees y Berry, 2013).

b) Técnicas que pueden ser autoadministradas:

- Audiometría automatizada (apps y webs). Se puede realizar a través de aplicaciones en *smartphones* o *tablets*. No requiere intervención directa, aunque los resultados pueden ser

enviados a un/a profesional para su análisis. Puede ser realizada en casa o en entornos escolares sin la supervisión de un/a 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). Evaluación de la capacidad auditiva en entornos ruidosos. Se trata de identificar palabras entre el ruido de fondo. No es necesaria la intervención profesional, pero los resultados pueden ser revisados por un/a 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. Pruebas de audición simplificadas que se pueden realizar en plataformas web, idóneas para detectar problemas auditivos básicos. No requiere intervención profesional, pero se recomienda una consulta con un/a 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*.

Equipo necesario: acceso a Internet, computadora o dispositivo móvil con auriculares.

Algunas de estas webs, como *HearingScreening.org* y *Sound scouts*, proporcionan recursos educativos adicionales para los/as profesionales de la salud auditiva y educadores/as, 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/as, facilitando así la evaluación. Suelen incluir opciones de personalización y adaptación a diferentes grupos de edad, facilitando la implementación del cribado en entornos escolares.

Otra ventaja es la posibilidad de control del ruido activo, reduciendo su influencia durante la prueba. Existen asimismo programas de cribado auditivo basados en realidad virtual que simulan escenarios de escucha de la vida real y evalúan la capacidad del/de la escolar para entender el habla en entornos ruidosos (Lancaster et al., 2008; Grogan-Johnson et al., 2011; Benaouda, 2012; Swanepoel et al., 2010; 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 Mormer, 2020; de Sousa et al., 2022; Carvalho et al., 2023).

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

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

Plataformas y audiometría portátil	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.audiogames.net/ • https://soniclearning.com.au/our-programs/fast-forward/ • https://www.hearingcoach.com/ • https://www.jabraenhance.com/survey
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • UHEAR uHear MedicinApps • HearScreen https://www.hearxgroup.com/hearscreen/ • Digit-in-Noise Test (DIN)
Cuestionarios	<ul style="list-style-type: none"> • Screening Tool for Auditory Processing Disorders (SCAN): https://www.pearsonassessments.com/en-us/Store/Professional-Assessments/Speech-%26-Language/SCAN-3%3AA-Tests-for-Auditory-Processing-Disorders-in-Adolescents-and-Adults/p/100000237?srsltid=AfmBOooyDTmLgYIAPSLPjnuBjPQOLZ2mGkK9m9GGIPT8jxBvFLDNTyd1 • Children’s Auditory Performance Scale (CHAPS): https://syracusehearingsolutions.com/app/uploads/2021/07/CHAPS_fillable.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
<p>Videoconferencia</p> <p>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.</p>	

Fuente: CODEPEH, elaboración propia.

La mayoría de las aplicaciones demostraron valores significativos de sensibilidad y especificidad y pueden considerarse 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/as son una tecnología emergente. Aunque no hay muchos dispositivos específicamente orientados al cribado auditivo, hay 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. Pueden monitorizar datos continuos sobre la exposición al ruido y otros factores ambientales que afectan a la audición y que pueden servir 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 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. A medida que la tecnología avanza, es probable que haya más dispositivos orientados a la monitorización continua y al cribado auditivo de manera sencilla y no invasiva.

Cuestionarios para familias y profesorado

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

Pueden ser completados por las familias o por profesores/as, sin intervención directa de un/a especialista. Si se detectan patrones preocupantes, se recomienda la consulta con un/a especialista.

Permiten evaluar el estado auditivo y los factores de riesgo, además de valorar las situaciones de sospecha de los/as progenitores/as. Esta opción de cribado auditivo, disponible tanto en línea como en dispositivos portátiles, se basa en cuestionarios específicos, que proporcionan una herramienta eficiente para el cribado escolar por ser una forma rápida y económica de evaluar la salud auditiva.

Estos cuestionarios actúan como un filtro inicial para determinar qué niños/as podrían necesitar evaluaciones auditivas más detalladas y pueden incluir preguntas específicas sobre la capacidad auditiva de los/as escolares y su experiencia con el sonido en diferentes entornos, historial de problemas auditivos, sensibilidad al ruido, acúfenos y observaciones sobre comportamientos relacionados con la audición y el rendimiento académico. Pueden ser adaptados para diferentes grupos de edad y niveles de habilidad, aportando una evaluación más personalizada y precisa. Algunos pueden incluir evaluación de hábitos y factores de riesgo relacionados con la salud auditiva. Los resultados de las pruebas pueden enviarse automáticamente a los/as 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).

Los cuestionarios deben ser fáciles de entender y responder. Su digitalización posibilita el procesamiento automático de los resultados, permitiendo un eficiente almacenamiento y análisis de datos. Los sistemas digitales proporcionan retroalimentación inmediata a las personas usuarias sobre la necesidad de una evaluación auditiva profesional.

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

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 con pocos recursos donde el acceso a servicios especializados puede ser limitado.
- 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.
- Costes reducidos. Elimina la necesidad de traslados y optimiza el tiempo del personal de salud.
- Mayor eficiencia. Permite la automatización del proceso, reduciendo tiempo y esfuerzo de los/as profesionales.
- Mejora de la precisión. La utilización de algoritmos inteligentes puede mejorar la precisión en la detección de problemas auditivos.
- Evaluación personalizada. Puede proporcionar una evaluación y retroalimentación personalizadas, permitiendo intervenciones y apoyo dirigidos.
- Escalabilidad. Se puede 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 menos 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.
- Los servicios de teleaudiología deben cumplir con las regulaciones estatales e internacionales sobre privacidad y seguridad del/de la paciente.
- 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/as escolares tengan acceso a los recursos necesarios para realizar las pruebas correctamente, como auriculares de calidad y un entorno silencioso. La monitorización en directo del ruido ambiental, la atenuación del sonido exterior mediante auriculares supraaurales (que rodean toda la oreja) o procurar utilizar una sala silenciosa, son medidas que ayudan a disminuir la necesidad del uso de una cabina insonorizada o tratada acústicamente, pero puede no ser factible en todas las circunstancias.
- Consideraciones adicionales importantes incluyen la seguridad de las localizaciones de los/as 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/de la paciente.
- Accesibilidad. Es preciso considerar también que teleaudiología y aplicaciones han de ser accesibles para poder ser comprendidas y 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. La tecnificación que requieren estas exploraciones puede no estar al alcance de familias vulnerables y/o con escasa cultura digital.

- La telemedicina puede verse más limitada en zonas en desarrollo, puesto que la disponibilidad de electricidad y el acceso a Internet pueden ser escasos o menos eficientes. En estas circunstancias sería útil el uso de dispositivos que funcionen con pilas o baterías (D'Onofrio y Zeng, 2022).
- El tiempo de duración de la sesión se incrementa en algunas pruebas audiométricas, pero no genera un problema real ya que el/la paciente no invierte tiempo en desplazamientos (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. Entre otras:

- Automatización de pruebas auditivas. Se pueden realizar evaluaciones de manera más eficiente, reduciendo la carga de trabajo para los/as profesionales de la salud y los/as educadores/as. 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 entrenarse 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 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 para ser revisados posteriormente 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 para identificar problemas auditivos. La IA puede adaptar las pruebas auditivas de manera personalizada según las respuestas de cada niño/a.
- Monitorización continua. Los sistemas de IA pueden facilitar la monitorización continua de la salud auditiva en el 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, útil en entornos donde la presencia física de un/a profesional puede ser limitada.
- Desarrollo de juegos. Puede utilizarse para desarrollar juegos educativos interactivos que evalúen la audición de los niños/as de manera lúdica, haciendo las pruebas 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 asociados con problemas auditivos en niños/as.

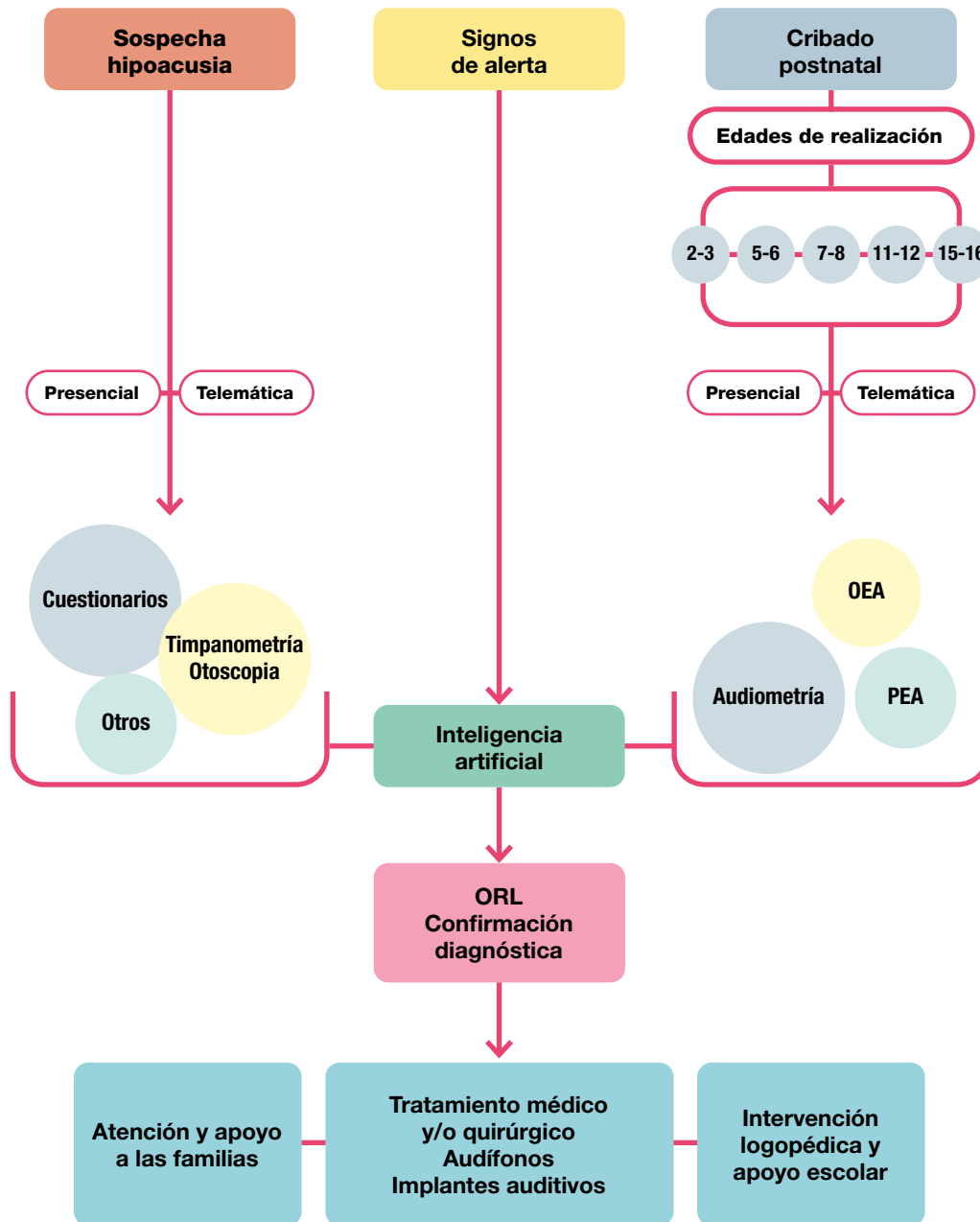
Es importante destacar que, aunque la IA puede ser una herramienta valiosa, no debe reemplazar la evaluación y el diagnóstico realizados por profesionales. La combinación de la experiencia humana y las capacidades de la IA posibilitarían un cribado auditivo y una intervención temprana más efectivos,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

4. Recomendaciones CODEPEH 2024

Los programas de cribado auditivo postnatal mitigan el impacto de la hipoacusia infantil. 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 mayoría de las hipoacusias infantiles se detectan mediante el cribado auditivo universal neonatal. Sin embargo, la sordera postnatal es un problema de primer orden en la edad pediátrica y con posterioridad (figura 1), de ahí que la CODEPEH establezca las siguientes recomendaciones al respecto.

- Es necesario 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 muy 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/as cuidadores/as.
- 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 mejoría de los procesos de cribado, el análisis y tratamiento de datos para mejorar la prevención y diagnóstico precoz de la sordera postnatal.
- Al igual que otros programas de cribado poblacional infantil, el cribado auditivo postnatal debe ser incluido en la cartera de servicios de salud pública.

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



OEA: Otoemisiones Acústicas
 PEA: Potenciales Evocados Auditivos
Fuente: CODEPEH, elaboración propia.

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*. <http://bit.ly/41gulzg>.
- 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 Technology Assessment*, 11(32), 1-168.
- Benaouda, D. (2012). My virtual audiology clinical skills laboratory. *International Journal of Web-based Learning and Teaching Technologies*, 7(2), 1-15.
- Botasso, M., Sanches, S. G. G., Bento, R. F. y Samelli, A. G. (2015). Teleaudiometry as a screening method in school children. *Clinics*, 70(4), 283-288.
- Bower, C., Reilly, B. K., Richerson, J., Hecht, J. L. y 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., Simonsz, H. J. y EUSCREEN Foundation (2021). Assessment of hearing screening programmes across 47 countries or regions III: provision of childhood hearing screening after the newborn period. *International Journal of Audiology*, 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. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(6), 840-847.
- Carvalho, N. G. de, Amaral, M. I. R. do y Colella-Santos, M. F. (2021). AudBility: effectiveness of an online central auditory processing screening program. *PLoS One*, 16(8), e0256593.
- Carvalho, N. G. de, Amaral, M. I. R. do 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. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(10), 1677-1685.
- Clark, J. L. (2008). Hearing loss in Mozambique: current data from Inhambane Province. *International Journal of Audiology*, 47(suppl 1), S49-S56.
- 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. *Frontiers in Digital 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. (24-26 de marzo de 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, El Cairo, Egipto.

- 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.
- Ferreira Bento, R., Mangabeira Albernaz, P. L., Di Francesco, R. C., Wiikmann, C., Frizzarini, R. y Menino Castilho, A. (2003). Video test for hearing screening in children. *International Congress Series*, 1240, 217-220.
- Flanary, V. A., Flanary, C. J., Colombo, J. y Kloss, D. (1999). Mass hearing screening in kindergarten students. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 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. *Journal of Public Health in Africa*, 6(1), 529.
- Grogan-Johnson, S., Gabel, R. M., Taylor, J., 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 Telerehabilitation*, 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.
- Jacob, A., Rupa, V., Job, A. y Joseph, A. (1997). Hearing impairment and otitis media in a rural primary school in south India. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 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. *International Journal of Audiology*, 52(12), 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. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(1), 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. y Country-Committees Joint-Partnership of the EUSCREEN Study Consortium (2023). Availability of data for cost-effectiveness comparison of child vision and hearing screening programmes. *Journal of Medical Screening*, 30(2), 62-68.
- Kiktová, E., Zimmermann, J., Ondáš, S., Pleva, M., Juhár, J. y Sesova, V. (12-13 de noviembre de 2020). *The role of hearing screening using an audiometry application in the education of children with hearing impairment*. International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), Košice, Eslovenia.
- Krueger, W. W. O. y Ferguson, L. (2002). A comparison of screening methods in school-aged children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 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. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 50(1).
- Lancaster, P., Krumm, M., Ribera, J. y Klich, R. (2008). Remote hearing screenings via telehealth in a rural elementary school. *American Journal of Audiology*, 17(2), 114-122.
- Lescouflair, 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. (1-3 de agosto de 2010). *A novel method for quick hearing assessment of children*. 2010 International Conference on Electronics and Information Engineering, Kioto, Japón.
- 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*, 64(1), 80-88.
- 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. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 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 Canet, 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 Development*, 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.
- Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030 (2023). *I Plan Nacional de Bienestar Saludable de las Personas con Discapacidad 2022-2026* (I Plan nacional para la prevención de las deficiencias y de la intensificación de las discapacidades). Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030.
- 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. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 92,130-135.
- National Screening Committee (2019). *UK NSC Child screening programme hearing*. <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 M. C. (2011). Assessment of hearing in a municipal public school student population. *Braz. J. Otorhinolaryngol.*, 77, 716-720.
- Núñez Batalla, F., Jáudenes Casaubón, 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 Casaubón, 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 de las Naciones Unidas (2006). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. ONU. <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>.
- 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. *Frontiers in Digital Health*, 2, 5.
- Qu, X. M., Wang, J. H. y Miao, R. (2021). Application of wearable technology in education. *Open Access Library Journal*, 8(11), 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(4), 277-290.
- Schimmel, C., Cormier, K., Manchaiah, V., Swanepoel, D. W. y Sharma, A. (2024). Digits-in-noise test as an assessment tool for hearing loss and hearing aids. *Audiology Research*, 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. *JAMA Pediatrics*, 165(12), 1094-1100.
- Skarżyński, P. H., Świerniak, W., Piłka, A., Skarżyńska, M. B., Włodarczyk, A., Kholmatov, 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, D. 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. *Audiology Research*, 14(3), 457-468.
- Torrente, M. C., Tamblay, N., Herrada, J. y Maass, J. C. (2023). Hearing loss in school-aged children. *Acta Oto-Laryngológica*, 143(1), 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 School Nurse*, 31(5), 257-262.
- World Health Organization (2021). *Hearing screening: considerations for implementation*. WHO.
- 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 and Hearing*, 32(2), 258-265.
- Yong, M., Panth, N., McMahon, C. M., Thorne, P. R., 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, D. 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.