

Artículo Original

Hábitos de escucha y niveles de inmisión sonora de reproductores de música personales en jóvenes

Luciano Romero ^{a, b, *}, Jorge Pérez-Villalobo ^a, Fermín Scaliti ^a y María Hinalaf ^{a, b, c, *}

^a Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), Unidad Ejecutora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Córdoba, Argentina.

^b Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

^c Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Córdoba, Argentina.

RESUMEN

El daño auditivo permanente causado por el uso de reproductores de música personales (RMP) puede prevenirse modificando algunos hábitos de escucha. A pesar de lo anterior persisten hábitos de escucha insegura que conducen a altos niveles de inmisión sonora. Los objetivos de este estudio son: a) analizar los hábitos de escucha de RMP, niveles de inmisión sonora y tipos de auriculares en jóvenes y b) analizar los niveles de inmisión sonora del perfil espectral por tercios de octava de dos tipos de auriculares en jóvenes. Se realizó un estudio correlacional y transversal, con 29 jóvenes (18-30 años) que completaron un cuestionario sobre hábitos de escucha. Los niveles de inmisión sonora fueron captados mediante técnica de maniquí (HATS) durante escucha habitual (M1) y máximo nivel de salida de los RMP (M2). Por su parte, el perfil espectral se analizó por tercios de octava. Se realizaron análisis de correlación de Spearman y pruebas ANOVA para evaluar el nivel de inmisión según los hábitos de escucha, tipo de auriculares (intraaural-IEHP y supraaural-SAHP) y el perfil espectral. Se observaron niveles superiores a 75 dBA en jóvenes que usan RMP de 4 a 7 días entre 1 y 3 horas. Los L_{Aeq24h} calculados para dichas horas alcanzaron 81.49 dBA y 86.26 dBA, respectivamente. Las comparaciones entre tipos de auriculares mostraron niveles sonoros superiores en SAHP. La inmisión por banda espectral fue mayor entre 500 Hz y 1.6 kHz. Los jóvenes usuarios de RMP presentaron niveles de inmisión sonora elevados, con diferencias según el tipo de auricular y efectos independientes entre la medición y el perfil espectral.

Palabras clave:

Inmisión Sonora, Hábitos de Escucha, Reproductores de Música Personales, Adulto Joven, Pérdida Auditiva, Exposición a Ruido

Listening Habits and Noise Immission Levels Associated with Personal Music Player Use in Young Adults

ABSTRACT

Permanent hearing damage caused by using personal music players (PMPs) is preventable. However, young people persist in their unsafe listening habits, which lead to high noise immission levels (NIL). This study aimed to (a) analyze listening habits, noise immission levels, and types of headphones, and (b) to examine the noise immission levels of the spectral profile by one-third-octave bands for two types of headphones used by young adults. A correlational, cross-sectional study was conducted with 29 young adults (18–30 years) who completed a questionnaire on listening habits. Noise immission levels were measured using a head and torso simulator (HATS) during habitual listening (M1) and at the maximum output level of the PMPs (M2). The spectral profile was analyzed using one-third-octave bands. Spearman correlation analyses and ANOVA tests were performed to assess NIL across listening habits, headphone type (in-ear headphones [IEHP] and supra-aural headphones [SAHP]), and spectral profile. Levels exceeding 75 dBA were observed in young adults who used PMPs 4 to 7 days per week for 1 to 3 hours. The L_{Aeq24h} values calculated for these listening durations reached 81.49 dBA and 86.26 dBA, respectively. Comparisons between headphone types showed higher noise immission levels in SAHP. There was no interaction between the frequency spectrum, measurements, and headphone type. Spectral band immission was highest between 500 Hz and 1.6 kHz. Participants who used PMPs exhibited elevated NIL, with differences depending on headphone type and independent effects between measurement condition and spectral profile.

Keywords:

Sound Immission, Listening Habits, Personal Music Players, Young Adults, Hearing Loss, Noise Exposure

*Autor/a correspondiente: María Hinalaf
Email: maria.hinalaf@unc.edu.ar

Recibido: 26-03-2025
Aceptado: 03-12-2025
Publicado: 28-01-2026

INTRODUCCIÓN

Las principales causas de la pérdida auditiva incluyen la exposición prolongada a diferentes fuentes de ruido elevado (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025). El 23.8% de la población mundial entre 12 a 34 años se encuentra expuesta a reproductores de música personal (RMP). Además, se estima que entre 670 y 1350 millones de personas en todo el mundo podrían estar en riesgo de pérdida auditiva, debido a prácticas de escucha recreativas inseguras (Dillard et al., 2022). El uso de smartphones y RMP ha facilitado el acceso a la música en cualquier momento y lugar, provocando que los usuarios, especialmente adolescentes y jóvenes, se conviertan en grupos de riesgo al daño auditivo (Le Prell et al., 2012; Portnuff et al., 2011). Adicionalmente, Welch & Fremaux (2017) sugieren que la música a alto volumen se asocia con una mayor sensación de disfrute en situaciones de ocio, por lo que existe una tendencia a escuchar la música en un volumen alto, convirtiéndose en otro factor de riesgo.

Los trabajos para prevenir el deterioro auditivo resultantes de actividades recreativas, como escuchar música con RMP, han comparado este tipo de ruido con entornos laborales (Keppler et al., 2015). Como referencia para estimar el riesgo auditivo por ruido laboral se han utilizado históricamente los límites de exposición recomendado por el National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH] (1998) que fija un nivel de 85 dBA durante 8 horas diarias (L_{EX}). Neitzel & Fligor (2019) precisan que los criterios utilizados para determinar los límites de exposición a ruido ambiental sirven para establecer un límite de exposición a ruido recreativo de 75 dBA durante 24 horas (L_{Aeq24h}). La exposición a estas fuentes sonoras puede ser comparada con el nivel de acción inferior en el entorno laboral propuesto por la Directiva 2003/10/CE de la Unión Europea (Unión Europea, 2003). En este contexto se creó la norma World Health Organization, & International Telecommunication Union [WHO-ITU] H.870 (2019) que respalda la iniciativa "Escucha Segura" de la OMS (2019), la cual busca eliminar el riesgo de pérdida auditiva por el uso de RMP. También se propone mejorar las prácticas de escucha ofreciendo un control de la dosis por semana.

Aunque se han realizado esfuerzos por reducir el riesgo, las personas usan los RMP sin precauciones, porque desconocen que su uso excesivo puede provocar daños irreversibles en la audición, aun cuando se usen aplicaciones móviles que ofrecen monitorización objetiva de la dosis de ruido y opciones de escucha segura (Kaplan-Neeman et al., 2017; Paping et al., 2021, 2023).

Lo anterior es de especial relevancia si se considera que los hábitos de escucha medidos de manera objetiva entre los jóvenes alcanzan los 6.5 días por semana, durante 2 horas diarias a una intensidad media (Kaplan-Neeman et al., 2017). En este sentido, las aplicaciones móviles aportan datos que contribuyen a prevenir la pérdida auditiva asociada al uso de RMP a largo plazo (Tuz et al., 2025). Un ejemplo adicional, ofrece un diseño de auriculares con actuadores integrados, donde un nivel de vibración optimizado en la experiencia auditiva podría reducir la intensidad de escucha y favorecer prácticas de escucha más seguras (Liapikou & Marozeau, 2024).

Se ha señalado que los auriculares pueden modificar los niveles máximos de salida de los RMP (Kim & Han, 2018) y podrían influir en la inmisión sonora de los RMP (Shim et al., 2018). Los niveles de salida de los auriculares examinados mediante técnica de maniquí, revelan rangos que alcanzan niveles peligrosos para la audición desde casetes [104–110 dBA] (Williams, 2005) hasta CDs [121 dBA] (Fligor & Cox, 2004) y RMP digitales [97–107 dBA] (Portnuff et al., 2011).

Sin embargo, los estudios que evalúan este tipo de riesgo presentan diferencias metodológicas en las mediciones (Elmazoska et al., 2024; Jiang et al., 2016). En este sentido, las actividades de ruido recreativo comparables con las normas de ruido en entornos laborales podría no ser apropiado, debido a las diferencias en la intermitencia de exposición y los incrementos de energía en ciertas bandas de frecuencia (Chen et al., 2023; Venet et al., 2024).

Si bien existen numerosos estudios centrados en la medición del nivel de inmisión sonora de los RMP (Levey et al., 2011; Muchnik et al., 2012; Widén et al., 2018), se ha prestado relativamente poca atención al análisis del espectro de frecuencias de la señal acústica, particularmente en bandas por tercios de octava. Adicionalmente, es necesario considerar que cada auricular tiene una respuesta propia en cada banda de frecuencia (Fligor & Cox, 2004). Esto es especialmente relevante si se considera que existe una tendencia general de mayor frecuencia y duración en el uso de RMP asociado con dosis de inmisión sonora más elevadas, aunque varíe la relación entre volumen y tiempo de escucha (Jiang et al., 2016). Los niveles de salida de los auriculares pueden variar en función del tipo de auriculares, superando los 85 dBA en las bandas de frecuencias que involucran 1 y 4 kHz (Keppler et al., 2010; Kumar & Deepashree, 2016), aun cuando en frecuencias particulares como 2.5 kHz, los niveles no muestran diferencias (Keppler et al., 2010). Si bien existen diferencias en los métodos de registro y análisis de medición, los niveles de inmisión sonora por bandas de frecuencias pueden

variar de acuerdo a estilos musicales propios de cada región. Los niveles más altos se encontraron entre 2 y 4 kHz para la música popular brasileña (Almeida et al., 2020); picos cercanos a 6 kHz en el pop y rock sueco (Kähäri et al., 2011) y 1 kHz en la música de rock canadiense (Hodgetts et al., 2007); entre 250 y 800 Hz para baladas, danza y rock coreano (Kim, 2013; Shim et al., 2018). Además, el rango dinámico de los diferentes géneros musicales es variable (Kirchberger & Russo, 2016). Por lo tanto, el análisis del espectro de frecuencia por tercios de octava permite evaluar la variabilidad de estos patrones e identificar las bandas que tienden a incrementarse con ciertos hábitos de preferencia. Por consiguiente, podría contribuir a estandarizar comparaciones entre dispositivos y caracterizar su impacto auditivo.

Considerando la fisiología auditiva, el perfil espectral por tercios de octava puede verse reflejado en la tonotopía coclear, la cual revela regiones de mayor probabilidad de excitación. Chatterjee & Zwislocki (1997) sugieren que el patrón de excitación coclear en animales depende no solo de la frecuencia del estímulo sino también de la intensidad. De este modo, a intensidades elevadas la excitación se extiende hacia la base de la cóclea más allá del lugar correspondiente a la frecuencia característica. Avances recientes, han demostrado que la tonotopía coclear en humanos cambia dinámicamente en la base con un aumento de la intensidad del sonido (Walia et al., 2025). Este comportamiento muestra que los modelos clásicos de tonotopía lineal deben ser revisados en la actualidad y requieren contemplar la distribución espacial dinámica en la codificación frecuencial.

Kumar & Deepashree (2016) estudiaron la audición y el procesamiento auditivo como la discriminación de frecuencia y la detección de modulación temporal mediante diversas pruebas conductuales y fisiológicas en jóvenes expuestos a ruido de RMP. Hallaron en quienes estuvieron expuestos a niveles superiores a 80 L_{Aeq} una reducción de la discriminación de frecuencia y la detección de modulación temporal, e incrementos en los umbrales extendidos de alta frecuencia (9 a 16 kHz), amplitudes de las otoemisiones acústicas reducidas y mala percepción del habla en entornos ruidosos. Keppler et al. (2010) sugiere que los hábitos de escucha no segura y los niveles de inmisión sonora de RMP a los que se encuentran expuestos los jóvenes podría generar cambios temporales en la audición a corto plazo. Liberman et al. (2016) señalan que esta conducta podría generar cambios permanentes a largo plazo. Aunque escuchar música a través de RMP a más de 75 (L_{Aeq}) puede no resultar en una pérdida auditiva clínicamente significativa, podría causar un daño subclínico donde los déficits funcionales se ocultan tras un audiograma normal.

Si bien investigaciones en humanos aún se encuentran en desarrollo, los estudios en animales muestran que los mecanismos específicos frente al ruido conducen al daño sináptico entre las células ciliadas internas y el nervio auditivo, principalmente la base coclear, región que codifica frecuencias altas (Ji et al., 2024; Kujawa & Liberman, 2009). Lo anterior reviste especial importancia si se considera que los niveles de inmisión sonora de la mayoría de los RMP son capaces de superar los 100 dBA (Elmazoska et al., 2024). Por ejemplo, un estudio realizado en Argentina (Serra et al., 2014) mostró que los adolescentes con mayor exposición a música evidenciaron incrementos en sus umbrales auditivos en frecuencias altas, incluso en edades tempranas. En dicho estudio los niveles de inmisión sonora alcanzados por los RMP oscilaron entre 82.9 dBA y 104.6 dBA, sin embargo no se precisaron características espectrales de las mediciones.

En este sentido, el análisis del perfil espectral constituye un componente crítico en los estudios de exposición a la música, ya que permite caracterizar la distribución de energía entre las distintas regiones frecuenciales del estímulo. Las variaciones espectrales pueden asociarse a diferencias interindividuales en frecuencias afectadas (Iliadou et al., 2024), por lo que, su análisis resulta esencial en paradigmas de exposición a la música, en tanto que podría contribuir a predecir la influencia directa del perfil espectral de la música en la localización frecuencial del daño coclear.

Pese a los avances normativos y tecnológicos, persiste la necesidad de caracterizar de manera más precisa los niveles de inmisión sonora según hábitos de escucha y tipo de auricular en los jóvenes, así como analizar su perfil espectral. Las brechas expuestas fundamentan las interrogantes del estudio: ¿Existe una asociación entre los niveles de inmisión sonora con los hábitos de escucha de RMP y el tipo de auricular utilizado por jóvenes? ¿Cuáles son los niveles de inmisión sonora para cada banda de frecuencia de tercios de octava para los dos tipos de auriculares que comúnmente utilizan los jóvenes? A su vez, esta investigación propone dos objetivos. El primero es analizar los hábitos de escucha de RMP, niveles de inmisión sonora y tipos de auriculares; y el segundo es analizar los niveles de inmisión sonora del perfil espectral por tercios de octava de dos tipos de auriculares en jóvenes.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el marco de la línea “Abordaje integral de jóvenes con potencial pérdida auditiva” del Centro de

Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), Unidad Ejecutora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET) y Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Córdoba, Argentina.

Diseño

El estudio fue descriptivo, correlacional y transversal.

Participantes

Mediante un muestreo no probabilístico, se incluyeron 29 jóvenes, que aceptaron participar voluntariamente, mediante la firma de un consentimiento informado. Para la obtención de datos se respetaron los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Los jóvenes eran de dos universidades públicas de la ciudad de Córdoba, Argentina, usuarios de RMP (de 18 a 30 años, media de 23.55 años, DE 2.58 años, 16 mujeres y 13 hombres) que escuchaban música con auriculares al menos dos veces por semana. Se excluyeron a jóvenes con proceso conductivo en el oído medio (otitis, sensación de taponamiento en los oídos) y antecedentes de traumatismos en la cabeza mediante autorreporte. Para obtener la información, se aplicó un cuestionario de estado auditivo ad hoc con preguntas cerradas que aludían a los criterios de exclusión.

Técnicas e instrumentos

Para evaluar los hábitos de escucha de RMP, se aplicó un cuestionario ad hoc que incluyó preguntas cerradas sobre el uso de RMP. La aplicación se realizó de manera autoadministrada, en formato online, con una duración aproximada de 10 minutos. Las dimensiones analizadas fueron: plataforma y formato de escucha, tipo de auricular, cantidad de días por semana de escucha, horas diarias de escucha, intensidad de escucha percibida.

Los niveles de inmisión sonora de los RMP se evaluaron mediante el uso de la técnica de maniquí de acuerdo a la norma internacional ISO 11904-2:2021. En un ambiente silente se realizaron las mediciones, en las que se utilizó una notebook Lenovo Ideapad 310, modelo 80UH, un medidor de nivel sonoro Clase 1 marca Brüel & Kjaer modelo 2270, un simulador de cabeza y torso artificial (Head and Torso Simulator – HATS, por sus siglas en inglés) marca Brüel & Kjaer modelo 4128 y micrófono marca Brüel & Kjaer modelo 4155, una fuente de micrófono Brüel & Kjaer modelo 4804 y un pistófono Brüel & Kjaer modelo 4228.

Las señales de prueba fueron canciones de escucha habitual de los jóvenes. Los participantes del estudio escuchaban música popular (pop, rock y electrónica) tanto argentina como internacional

(Anexo 1). Las señales eléctricas se midieron con una resolución espectral que incluyó 31 bandas frecuenciales en tercio de octava que cubren el rango audible del ser humano, es decir, de 20 Hz a 20 kHz.

Procedimiento de medición

El relevamiento de los niveles de inmisión sonora se realizó mediante un sistema de medición. Los sonidos fueron captados por un HATS, el cual se ajusta a las dimensiones físicas del ser humano y el nivel de presión sonora relevado por su micrófono que representa la presión que se encuentra en el tímpano. Se conectó un medidor de nivel sonoro para registrar los niveles provenientes del micrófono del HATS. Luego de montado el sistema, se procedió a su calibración mediante un pistófono que proporcionó un tono estable en una frecuencia predeterminada de 250 Hz y un nivel sonoro de 124 dB. Previo a la calibración de la cadena se definió en el medidor de nivel sonoro las características de los micrófonos 4155 del HATS. Una vez conformado y calibrado el sistema se procedió a colocar los auriculares pertenecientes a los participantes en los pabellones del HATS respetando el sentido izquierdo/derecho. Además, se compararon dos tipos de auriculares: auriculares intraaurales (In-the-Ear Headphone IEHP, por sus siglas en inglés) que incluyen tanto auriculares tipo botón como de inserción, y auriculares supraaurales (Supra-Aural Headphone SAHP, por sus siglas en inglés). No hubo usuarios de auriculares circumaurales en este estudio.

El proceso de captura de datos se efectuó en un ambiente tranquilo y se solicitó a los jóvenes que seleccionen una canción de escucha frecuente y que el nivel de intensidad del RMP permaneciera ajustado a la escucha de preferencia con la finalidad de precisar el nivel de intensidad habitual de la primera medición (M1). La segunda medición (M2) se capturó luego de que se les solicitara que coloquen el nivel de intensidad al máximo permitido por el RMP (máximo nivel de salida del dispositivo). Dado que el hábito de 7 usuarios fue posicionar la intensidad de los RMP al 100%, se consideraron los mismos valores tanto para M1 como para M2. La duración del ensayo fue aproximadamente de 30 minutos con cada RMP.

Las mediciones mostraron niveles de presión sonora equivalente sin ponderación (L_{Zeq}). Luego, se convirtieron a niveles de presión sonora equivalente con ponderación A (dBA) en campo difuso (L_{DFAeq}), dado que las mediciones fueron tomadas en un recinto cerrado.

Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo de los hábitos de escucha. Se aplicó la prueba U de Mann Whitney para explorar los niveles de inmisión sonora entre hombres y mujeres. Dado que no hubo diferencias estadísticas ($p = 0.373$) los análisis no fueron desagregados por grupos. Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar inicialmente las diferencias en el nivel de inmisión sonora entre los hábitos de escucha. Se verificaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (test de Levene). Cuando se detectaron efectos significativos, se llevaron a cabo comparaciones post hoc HSD. Se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman (r_s) entre los hábitos de escucha y M1. En función de los niveles y el tiempo de uso de RMP, se calcularon los niveles de exposición diaria (L_{EX}) y los niveles de inmisión sonora convertidos a ruido continuo equivalente 24 horas con ponderación A (L_{Aeq24h}).

Para analizar el efecto e interacción de las mediciones y el tipo de auricular sobre los niveles de inmisión sonora se utilizó un ANOVA de dos factores. Los términos de interacción para las variables independientes también se incluyeron en estos análisis. El perfil espectral por tercios de octava (20 Hz a 20 kHz) fue analizado de manera descriptiva. La varianza de las bandas frecuenciales se analizó empleando la prueba de ANOVA de medidas repetidas. Se consideró el perfil espectral como factor intrasujeto de acuerdo a las mediciones y el tipo de auricular como factor intersujeto. Se calculó la esfericidad en base a la prueba de Mauchly. Dado que no se cumplió con este supuesto se utilizaron correcciones de Greenhouse-Geisser. El tamaño del efecto fue expresado como eta cuadrado parcial (η^2p). Se determinó $p < 0.05$

como valor de significancia estadística. Todos los análisis se realizaron empleando el programa de análisis estadístico JASP.

RESULTADOS

Los resultados se organizan en dos temas: Hábitos de escucha y niveles de inmisión sonora y niveles de inmisión sonora del perfil espectral por tercio de octavas.

Hábitos de escucha y niveles de inmisión sonora

La plataforma y el formato más utilizado para reproducir música fue el streaming. La mayoría de los usuarios prefirieron Spotify ($n = 19$), mientras que otros utilizaron YouTube, Google Play Music, SoundCloud o Apple Music ($n = 9$). Una participante reportó usar el formato MP3. En cuanto al tipo de auriculares, 22 (76%) participantes escucharon música con IEHP (14 mujeres y 8 hombres) y 7 (24%) con SAHP (5 hombres y 2 mujeres).

Se realizó la prueba ANOVA para analizar las diferencias de los niveles de inmisión sonora según los hábitos de escucha con RMP (Tabla 1). Se observó que los datos se distribuyeron de manera normal. Se encontraron diferencias significativas en las percepciones de los niveles de escucha [$F(2,26) = 6.299$, $p = 0.006$]. La magnitud de las diferencias en las medias fue grande ($\eta^2 = 0.326$). El análisis post hoc HSD evidencia que los jóvenes que perciben escuchar música en niveles muy intensos ($M = 90.03$, $DE = 5.14$) alcanzaron niveles significativamente mayores ($p < 0.01$) en comparación con los que perciben escuchar a niveles moderados ($M = 68.46$, $DE = 8.14$). No se encontraron diferencias significativas entre las categorías de percepción de escuchar música en niveles moderados e intensos.

Tabla 1. Niveles de inmisión sonora (dBA) obtenido durante la intensidad de escucha habitual (M1) según los hábitos de escucha reportado por los jóvenes.

		n(%)	dBA media(DE)	p valor
<i>Días a la semana escuchando música con RMP</i>	3 días a la semana	4(13.8)	73.52(13.22)	0.82
	4 a 6 días a la semana	14(48.3)	75.07(11.16)	
	Cada día	11(37.9)	77.31(12.09)	
<i>Horas diarias de escucha con RMP</i>	Menos de 1 hora	6(20.7)	73.68(12.14)	0.87
	Entre 1 y 3 horas	20(69.0)	76.00(12.28)	
	Más de 3 horas	3(10.3)	77.74(2.58)	
<i>Percepción de los niveles de escucha con RMP *</i>	Moderado	10(34.5)	68.46(8.14)	0.006**
	Intenso	16(55.2)	77.54(11.00)	
	Muy intenso	3(10.3)	90.03(5.13)	

* Ningún joven informó escuchar música con su RMP en niveles “muy bajos” o “bajos”.

Se analizaron correlaciones de Spearman entre el hábito de escucha y M1, encontrándose correlaciones positivas significativas entre percepción de los niveles de escucha y M1. Lo mismo se observó entre días a la semana escuchando música y horas diarias de escucha. No se hallaron otras correlaciones significativas. Los resultados completos se presentan en la Figura 1.

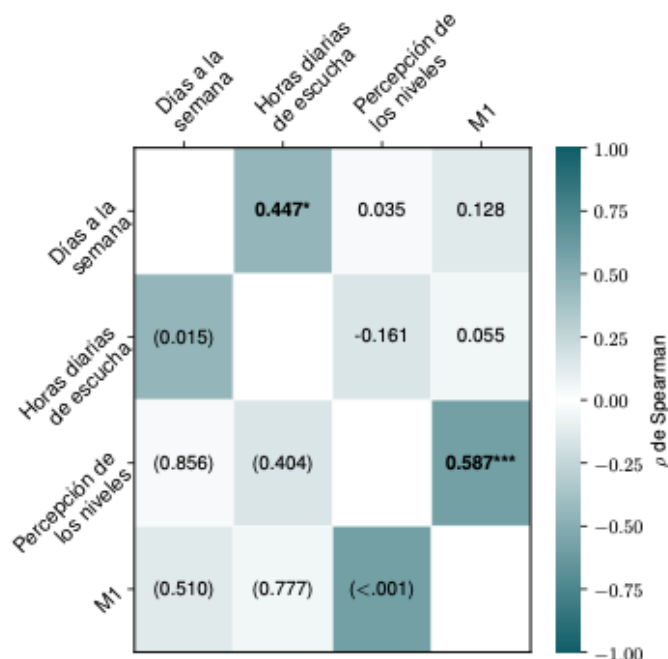


Figura 1. Matriz de correlación de Spearman entre las variables de hábito de escucha y M1. Se muestran los coeficientes ρ en la parte superior de la matriz. Los valores p están indicados entre paréntesis en la parte inferior de la matriz. Los asteriscos indican significancia estadística: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Para analizar los L_{Aeq} , se realizó la conversión de los niveles de inmisión sonora (dBA) a ruido continuo equivalente ponderado A de 24 horas (L_{Aeq24h}). Se tuvo en cuenta las tres categorías de percepción de los niveles de escucha y la categoría intermedia de las horas diarias de escucha con RMP (Tabla 1). El cálculo de los L_{Aeq24h} (Tabla 2) consideró para la escucha semanal, 3 y 7 días, y los extremos de la categoría intermedia 4 y 6 días. Además, para las horas diarias de escucha se contempló únicamente los extremos de la categoría intermedia, que fueron 1 y 3 horas. Los resultados muestran que los participantes que escuchaban música de 4 a 7 días por semana a un volumen muy intenso (MI) superaron los 75 L_{Aeq24h} .

Para analizar el efecto de las mediciones (M1 y M2) y del tipo de auricular sobre los niveles de inmisión sonora se realizó un ANOVA de dos factores. Se encontraron cinco valores atípicos en M2 y un valor atípico en los SAHP. Los niveles promedio aumentaron entre mediciones (M1 y M2), con un incremento de 10.04 dBA para los IEHP y de 9.49 dBA para los SAHP (Tabla 3). A pesar de que los valores medios fueron consistentemente más altos en SAHP que en IEHP (+0.55 dBA), esta diferencia no alcanzó significación estadística. Los coeficientes de variación mostraron estabilidad relativa de las mediciones, ya que fueron menores a un 15% en todos los casos. Se observó un efecto principal significativo de la medición sobre los niveles de inmisión sonora ($F(1.54) = 8.17$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.13$), lo que sugiere un incremento sistemático del nivel de exposición entre mediciones, independientemente del tipo de auricular utilizado.

Tabla 2. Niveles de exposición a ruido (L_{Aeq24h}) calculados para 1 y 3 horas de escucha diaria según los días de escucha por semana.

Días	3 días		4 días			6 días			7 días		
	M	I	M	I	MI	M	I	MI	M	I	MI
Percepción de la escucha											
L_{Aeq24h} , 1h dBA	50.25	68.14	52.85	60.51	79.70*	53.79	62.14	81.49*	56.33	65.92	73.05
L_{Aeq24h} , 3h dBA	50.72	72.87	55.78	65.01	84.50*	57.14	66.73	86.26*	60.37	70.62	77.81*
n	1	1	2	6	1	2	6	1	3	5	1

M: moderado / I: intenso / MI: muy intenso / * L_{Aeq24h} superiores a 75 dBA (nivel límite equivalente a 24 horas de inmisión sonora continua para la prevención de pérdida auditiva durante una vida de exposición de 40 años, equivalen a un L_{EX} de 80 dBA durante 8 horas, suponiendo un ruido de ≤ 60 dBA durante las otras 16 horas por día – WHO-ITU, 2019).

Niveles de inmisión sonora del perfil espectral por tercio de octavas

El análisis descriptivo de los niveles de inmisión sonora mostró una tendencia creciente hacia las bandas de frecuencia medias y altas, principalmente entre 500 Hz y 2 kHz, y decreciente a partir de la frecuencia 10 kHz. Este patrón fue evidente tanto en M1 como en M2 (Figura 2), y se mantuvo entre los tipos de auriculares, aunque con diferencias notables en los valores. En la medición de la máxima intensidad permitida por los RMP, los niveles de SAHP fueron notablemente más altos hasta la banda de 2 kHz. Los IEHP fueron levemente más altos que los SAHP entre 2 y 6.3 kHz. En M2 se observaron los mismos niveles en las bandas 2, 6.3, 8 y 16 kHz entre ambos auriculares. Para los IEHP, los niveles oscilaron entre 6.36 dBA (20 Hz, M2) y 74.64 dBA (2 kHz, M2), mientras que, en los SAHP, los niveles alcanzaron valores superiores, con un rango de 8.59 dBA (20 Hz, M2) a 78.08 dBA (630 Hz, M2). Asimismo, las frecuencias estuvieron por encima de los 75 dBA entre 500 Hz y 1.6 kHz.

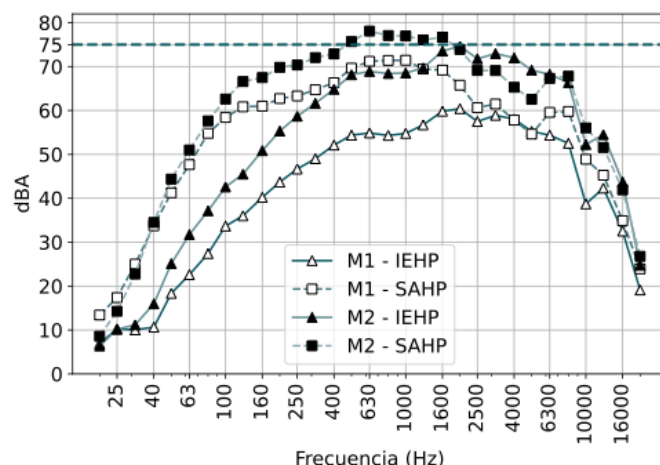


Figura 2. Perfil espectral por tercio de octava para las mediciones M1 y M2 con auriculares IEHP y SAHP. La línea horizontal punteada sugiere el nivel límite equivalente a 24 horas (L_{Aeq24h}) de inmisión sonora continua para eliminar el riesgo de pérdida auditiva (WHO-ITU, 2019).

Tabla 3. Análisis descriptivo de los niveles de inmisión sonora entre las mediciones y los tipos de auriculares

Medición	Auricular	n	media	DE	EE	Coef. de variación
M1	IEHP	22	75.06	11.96	2.55	0.15
	SAHP	7	77.74	10.14	3.83	0.13
M2	IEHP	22	85.10	10.46	2.23	0.12
	SAHP	7	87.23	11.37	4.29	0.13

Se empleó un ANOVA de medidas repetidas (Tabla 4) seguido por comparaciones post hoc con corrección de Bonferroni. Se observó una importante variabilidad del nivel de inmisión sonora y efectos principales estadísticamente significativos para el perfil espectral. Las interacciones entre M1 y M2 fueron significativas en función de la banda frecuencial. Los niveles de inmisión sonora del perfil espectral fueron modulados por el tipo de auricular. En contraste, la interacción de tres factores entre el espectro frecuencial, las mediciones y el tipo de auricular no resultó significativa, lo que sugiere una relativa independencia en la combinación de los factores al evaluar sus efectos sobre los niveles de inmisión sonora. Para los efectos intersujetos, se observaron variaciones estadísticamente significativas del nivel de inmisión sonora entre M1 y M2. Asimismo, el tipo de auricular mostró un efecto principal significativo, más elevado en los SAHP en comparación con los IEHP. No hubo interacción entre las mediciones y el tipo de auricular.

Tabla 4. Resultados del ANOVA de medidas repetidas para el perfil espectral como factor intrasujeto y mediciones y el tipo de auricular como factor intersujeto. Frecuencia = perfil espectral; medición = M1 y M2; auricular = SAHP – IEHP.

Efecto / Comparación	gl	F	p	η^2p
Intrasujeto				
Frecuencia	3.85	277.91	<0.001*	0.84
Frecuencia * Medición	3.85	2.78	0.03*	0.05
Frecuencia * Auricular	3.85	14.67	<0.001*	0.21
Frecuencia * Medición * Auricular	3.85	0.08	0.99	
Intersujetos				
Medición	1.54	7.44	0.009*	0.12
Auricular	1.54	7.13	0.01*	0.12
Medición * Auricular	1.54	0.003	0.95	

DISCUSIÓN

El presente trabajo analizó los niveles de inmisión sonora en relación con los hábitos de escucha de RMP y el tipo de auricular utilizados por jóvenes. También, analizó los niveles de inmisión sonora del perfil espectral por tercio de octavas de los tipos de auriculares. Al respecto, los niveles aumentaron significativamente entre los jóvenes que percibieron escuchar moderado y muy intenso. El análisis de correlación reforzó estos resultados. Además, los jóvenes que escuchan más horas diarias, lo realizan durante varios días a la semana. En algunos casos, los niveles obtenidos fueron mayores a 75 L_{Aeq24h} , lo que es superior a las recomendaciones de escucha segura (WHO-ITU, 2019) para eliminar completamente el riesgo de daño auditivo. Los jóvenes que usan RMP de 4 a 7 días por semana durante tres horas por día a un volumen muy intenso, alcanzaron niveles máximos desde 77.81 L_{Aeq24h} hasta 86.26 L_{Aeq24h} . Los niveles de inmisión sonora de los SAHP presentaron valores levemente mayores que los IEHP. Esta diferencia también se observa en Na et al. (2018) y Oliveira et al. (2017). En ambos tipos de auriculares se encontró un aumento significativo entre los niveles de inmisión sonora de M1 y M2, aunque la diferencia no fue significativa entre los tipos de auriculares.

El incremento en los niveles de inmisión sonora fue significativo entre los jóvenes que perciben escuchar música a niveles moderado (68.46 dBA) y muy intenso (90.03 dBA); ningún joven manifestó percibir una escucha baja. En el trabajo de Torre (2008) los niveles medios para jóvenes que escucharon música a

volúmenes bajo y muy alto fueron 62.0 dBA y 97.8 dBA, respectivamente. En el análisis por sexo, los niveles de sonoridad bajo fueron 62.9 dBA en mujeres y 60.6 dBA en hombres, mientras que, para la categoría muy alto fueron 95.6 dBA y 101.8 dBA, respectivamente. Dado que no se encontraron diferencias significativas, nuestro trabajo no desagrega los análisis entre hombres y mujeres. No obstante, Parsons et al. (2019) informaron que los hombres son más propensos a escuchar música con RMP a niveles más altos (76.3 dBA) en comparación con las mujeres (71.7 dBA). Cabe mencionar que esta discrepancia entre este estudio y el presente trabajo podría atribuirse al tamaño y composición muestral, así como, a las variaciones culturales y contextuales.

Los niveles de inmisión sonora aumentaron entre los jóvenes que percibieron escuchar música a mayores intensidades. Además, mientras más horas diarias de escucha tuvieron, lo hicieron por varios días a la semana. El modelo de condicionamiento, adaptación y aculturación a la música alta (CAALM, por su sigla en inglés), propuesto por Welch & Fremaux (2017), vincula la música alta con el disfrute en ciertas situaciones. Este modelo propone que los jóvenes expuestos a niveles elevados de música se condicionan a disfrutar de los sonidos fuertes a medida que transcurre el tiempo. Además, la exposición a altas intensidades lleva a una adaptación del sistema auditivo, lo que provoca tanto un deseo como una tolerancia a volúmenes altos mientras realizan actividades recreativas.

Lo anterior refuerza la necesidad de abordar la problemática desde un enfoque que no se limite a la regulación técnica de los niveles sonoros, sino que incorpore estrategias de educación auditiva, cambios de hábitos y promoción de entornos acústicos adecuados. En la misma línea, los programas de salud auditiva deberían orientarse hacia la reducción del tiempo de exposición y no únicamente en la limitación del volumen.

Si bien existe un gran esfuerzo por implementar estrategias que recomiendan prácticas de escucha segura con auriculares (WHO-ITU, 2019), Portnuff (2016) sugirió que establecer niveles máximos objetivos podría ser restrictivo para los jóvenes, lo que puede llevarlos a ignorar las normas recomendadas. Esto podría explicar que los L_{Aeq} de los jóvenes que escuchan música a niveles muy intensos entre 4 y 6 días durante una hora alcancen los 79.70 L_{Aeq24h} y 81.49 L_{Aeq24h} y para tres horas alcancen 84.50 L_{Aeq24h} y 86.26 L_{Aeq24h} , sugiriendo que los jóvenes de esta muestra tienen una práctica insegura aun cuando podrían ser conscientes de los riesgos. Los resultados previos son similares a los obtenidos por Kepler et al. (2010), quienes analizaron los niveles de inmisión sonora y los cambios de la audición luego de una hora de escucha

de música con RMP. Encontraron niveles que alcanzaron 86.14 L_{Aeq} (supraaurales) y 96.46 L_{Aeq} (intraaurales) relacionados con cambios temporales en la audición. Si bien sus resultados muestran un riesgo parcial, no son concluyentes para predecir cambios permanentes en la audición.

En contraste con la investigación mencionada anteriormente, los niveles de inmisión sonora de los SAHP fueron mayores respecto a los IEHP. En ambos tipos de auriculares se encontró un aumento significativo entre M1 y M2, aunque la diferencia no fue significativa entre los tipos de auriculares. Los niveles habituales de los tipos de auriculares fueron 77.74 dBA para SAHP y 75.06 dBA para IEHP, mientras que la máxima salida de los RMP fueron 87.23 dBA y 85.10 dBA, respectivamente. Estos resultados respaldan parcialmente los niveles encontrados por Oliveira et al. (2017) quienes obtuvieron intensidades de salida máximas mayores para los auriculares supraaurales respecto a los intraaurales (82.30 dBA vs 80.96 dBA). Sin embargo, cuando las intensidades de salida fueron ajustadas por el usuario, los niveles fueron significativamente mayores en los auriculares intraaurales, respecto a los supraaurales (83.25 dBA vs 76.63 dBA). Es destacable que en ambos trabajos existen diferencias en las metodologías utilizadas para obtener los niveles de inmisión sonora y las condiciones de escucha de los jóvenes. La técnica de medición utilizada por Oliveira et al. (2017) fue un oído artificial con acoplador (Brüel & Kjær 4153) y los jóvenes escucharon una única canción en auriculares provistos por el equipo de investigación, es decir, las señales y los dispositivos de salida medidos fueron homogéneos. Por el contrario, en la presente investigación, las canciones, los dispositivos y los tipos de auriculares fueron muy diversos y la captura de datos se realizó mediante técnica de maniquí (HATS). En ambas investigaciones hubo diferencias en la cantidad de usuarios de SAHP e IEHP, por lo que es necesario considerar, por un lado, si los niveles más altos en SAHP pueden estar sujetos a una distribución no equitativa. Por otro lado, el acoplamiento acústico y las precisiones del canal auditivo modifican la respuesta en frecuencia, y por ende el efecto de acoplamiento entre auricular y oído puede variar entre IEHP y SAHP (Liu et al., 2018).

Adicionalmente, en el presente estudio los participantes utilizaron en su mayoría IEHP (76%), lo que se alinea con otros estudios donde la mayoría de los jóvenes evaluados prefieren usar IEHP (Friesen & Papadopoulos, 2015; McNeill et al., 2010; Paping et al., 2022). Se ha señalado ampliamente en la literatura que este tipo de auriculares aumenta el riesgo de pérdida auditiva, dado que obtienen niveles de salida de los RMP más altos en comparación con los SAHP, por ejemplo, 7 a 9 dBA (Fligor & Cox, 2004), sumado a que los niveles alcanzados podrían superar

los 100 dBA (Breinbauer et al., 2012; Elmazoska et al., 2024; Keppler et al., 2010; Shim et al., 2018).

Los niveles de inmisión sonora del perfil espectral manifestaron un efecto significativo de las bandas, con incrementos progresivos en frecuencias medias y altas, principalmente entre 500 Hz y 1.6 kHz y una disminución a partir de 10 kHz. Este patrón fue consistente en ambas mediciones (M1 y M2) y en general se mantuvo estable en ambos tipos de auriculares con un efecto significativo grande ($\eta^2p = 0.21$). Sin embargo, hubo independencia del efecto de los factores en los niveles de inmisión sonora.

Nuestro estudio muestra efectos principales de los niveles de inmisión sonora en función de la banda de frecuencia. Además, los niveles obtenidos fueron modulados por el tipo de auricular, es decir, los SAHP generaron mayores niveles de salida. En estos auriculares, los picos de los niveles obtenidos fueron entre las bandas 500 Hz y 1.6 kHz. Este comportamiento fue consistente en ambas mediciones (M1 y M2) y auriculares y en general se mantuvo estable en ambos tipos de auriculares con un efecto significativo mediano ($\eta^2p = 0.12$). En este estudio la ausencia de una interacción sugiere que los cambios combinados del espectro concentran los formantes principales del habla, aunque las mediciones y el tipo de auriculares son independientes (500 Hz - 1.6 kHz). Por lo tanto, es necesario considerar que la sobreexposición a intensidades cercanas a 80 L_{Aeq} , especialmente en este rango, puede deteriorar la precisión espectral y temporal de la señal auditiva, incluso alteraciones sutiles en la función coclear o central pueden traducirse en dificultades para la identificación de sílabas en ruido y en la comprensión del habla bajo condiciones adversas (Glasberg & Moore, 1990).

En consonancia con Parsons et al. (2019) y Keppler et al. (2010), el presente estudio reveló niveles de salida máximo de los RMP idénticos en la frecuencia 2 kHz entre ambos tipos de auriculares. En la investigación de Parsons et al. (2019) los niveles por bandas de frecuencia de diferentes tipos de auriculares muestran curvas de respuesta similares entre sí, aunque no hubo variaciones significativas. Los auriculares supraaurales tuvieron un nivel medio de respuesta mayor en la banda 200 Hz en comparación con los auriculares intraaurales donde los niveles medios fueron ligeramente más altos entre 3 kHz y 8 kHz. En el estudio de Keppler et al. (2010), se obtuvieron niveles idénticos en la banda de frecuencia de 2.5 kHz para auriculares intraaurales y supraaurales. Además, en esta misma frecuencia se observó el pico más alto para los auriculares supraaurales. Los autores sugieren que este pico puede deberse a diferencias en el

acoplamiento físico y electrónico entre los auriculares sumado a diferencias en la resonancia de la concha auricular.

Además, el comportamiento de los perfiles espectrales tendió a disminuir a partir de la banda 10 kHz. Si se considera el espectro completo, el nivel de energía se mantiene relativamente constante entre 500 Hz y 1 kHz, mientras que en el rango de altas frecuencias (10 kHz a 20 kHz) disminuye progresivamente. Esta tendencia adquiere especial relevancia al considerar que las variaciones en las altas frecuencias no solo son propias del contenido acústico, sino que también podrían estar condicionadas por las características técnicas de los sistemas de reproducción. Mlynski (2022) señala que algunos sistemas de reproducción de auriculares presentan una respuesta en frecuencia atenuada en las bandas de 16 kHz y 20 kHz en comparación con 10 kHz. Dado que esta limitación podría afectar la estimación de los tiempos seguros de exposición a ruido basados en L_{Aeq} , realizó una corrección en estas bandas para evaluar el impacto de un sistema de reproducción sin atenuación. Los resultados mostraron que, para tonos sinusoidales el L_{Aeq} aumentó, lo que conlleva una reducción en los tiempos de escucha permitidos. Sin embargo, la corrección realizada en sonidos reales como música, no produjo cambios significativos en el L_{Aeq} . Es decir, para sonidos artificiales el tiempo seguro de exposición se reduce frente al tiempo seguro de escucha de sonidos reales. No obstante, la interacción entre el tipo de auricular y el dispositivo de RMP puede modular de forma considerable la distribución espectral de la señal, lo que refuerza la necesidad de considerar las características técnicas del sistema de reproducción al establecer límites de exposición. En este sentido, la precisión en la reproducción del espectro de altas frecuencias podría resultar clave para estimar el riesgo de pérdida auditiva asociado al uso de RMP.

Proyecciones y limitaciones

En el presente estudio la conversión utilizada para determinar la inmisión sonora de los RMP (dBA) solo tuvo en cuenta los tipos de auriculares y no los diferentes dispositivos de RMP, por lo que es probable que la inmisión en función del hábito de escucha sea sobreestimado. También, es posible que los jóvenes tiendan a aumentar el volumen en presencia de ruido de fondo (Park et al., 2017) y el tipo de auricular filtre el ruido por el canal auditivo, creando una fuente acústica adicional (Kim & Han, 2018; Shim et al., 2018). Adicionalmente, el nivel de inmisión sonora podría estar asociado al uso de dispositivos con cancelación activa de ruido (Seol et al., 2022).

Otro aspecto a considerar es la homogeneización de las canciones de prueba, ya que en el presente trabajo se utilizó el tema preferido de cada participante. Se recomienda la utilización de un mismo tema musical tal como lo realizó Oliveira et al. (2017) o bien el uso de temas musicales que se correspondan a un top ten preestablecido como puede ser los de una plataforma digital popular (Portnuff et al., 2011). Por lo tanto, en futuras investigaciones es necesario considerar niveles de inmisión sonora en función de medidas específicas para diferentes dispositivos, tomados tanto en ambientes tranquilos como con ruido de fondo, así como el uso de tecnologías con cancelación de ruido. Además, entre las posibilidades de investigaciones futuras, evaluar la audición en función de la exposición a RMP y del tipo de auricular permitiría identificar grupos de jóvenes con mayor riesgo de deterioro auditivo subclínico, facilitando intervenciones preventivas tempranas (Keppler et al., 2010; Liberman et al., 2016).

En la literatura, la exposición a la música ha sido abordada tradicionalmente enfatizada en los niveles sonoros. Por lo que, las investigaciones sobre el análisis espectral aportarían información relevante para estudiar en profundidad su asociación con los efectos auditivos. Se conoce que ciertas frecuencias pueden ser más sensibles en la audición ante la sobreestimulación, lo que podría contribuir a un daño auditivo temprano. Es importante considerar que el estímulo no solo depende de la energía promedio de la señal sino también de la distribución de la energía en diferentes frecuencias y su repercusión en la excitación coclear (Chatterjee & Zwislocki, 1997).

La gran diversidad de música popular es consecuente al constante progreso musical que mayormente prefieren los jóvenes. A su vez, la música se somete a procesos de ecualización y compresión dinámica que puede modificar la distribución espectral. Por lo cual, para alcanzar conclusiones precisas en futuras investigaciones se debería estudiar el efecto del espectro de frecuencias en el sistema auditivo luego de escuchar música con RMP. Dichos estudios permitirían caracterizar con mayor precisión los perfiles de riesgo auditivo en la población joven y generar evidencia sólida para actualizar las guías de escucha segura de acuerdo con las recomendaciones de la OMS (WHO-ITU, 2019).

CONCLUSIÓN

El riesgo de daño auditivo permanente asociado a la escucha insegura con RMP constituye un problema de salud pública, particularmente entre los jóvenes. Si bien este daño es prevenible,

los resultados obtenidos evidencian niveles de inmisión sonora que superan los límites recomendados para una escucha segura. La mayoría de los jóvenes escuchan música con auriculares casi a diario, entre 1 y 3 horas, alcanzando exposiciones potencialmente dañinas. En ambos tipos de auriculares, los niveles de escucha más intensos superaron los límites establecidos que eliminan el riesgo de pérdida auditiva durante la exposición a ruido de RMP. Los auriculares SAHP fueron utilizados en menor medida, sin embargo, alcanzaron niveles mayores respecto a los IEHP. En las mediciones al máximo nivel de intensidad permitida por los RMP, los niveles de inmisión sonora superaron los 75 dBA entre las bandas 500 Hz a 1.6 kHz, frecuencias críticas para la percepción del habla. Aunque estos resultados son obtenidos de una muestra pequeña de jóvenes argentinos, la evidencia presentada subraya la necesidad de abordar la escucha insegura como un determinante modificable de salud, cuyas intervenciones preventivas pueden contribuir significativamente a reducir la carga futura de pérdida auditiva evitable en la población joven.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Universidad Tecnológica Nacional (PID-UTN 4501). Los autores agradecen a Jorge Montañó y Marcos Tenuta por proporcionar las mediciones en laboratorio, y a Sara Gaetán y Amanda Aliendo por sus comentarios constructivos sobre el manuscrito.

REFERENCIAS

- Almeida, T. R., Rocha, C. H., Rabelo, C. M., Gomes, R. F., Neves-Lobo, I. F., & Samelli, A. G. (2020). Personal Audio System: Hearing Symptoms, Habits, and Sound Pressure Levels Measured in Real Ear and a Manikin. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(6), 2016–2026. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00053
- Breinbauer, H. A., Anabalón, J. L., Gutierrez, D., Cárcamo, R., Olivares, C., & Caro, J. (2012). Output capabilities of personal music players and assessment of preferred listening levels of test subjects: Outlining recommendations for preventing music-induced hearing loss. *The Laryngoscope*, 122(11), 2549–2556. <https://doi.org/10.1002/lary.23596>
- Chatterjee, M., & Zwislocki, J. J. (1997). Cochlear mechanisms of frequency and intensity coding. I. The place code for pitch. *Hearing Research*, 111(1), 65–75. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(97\)00089-0](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(97)00089-0)
- Chen, F., Xue, H., Wang, M., Cai, Z., & Zhu, S. (2023). Hearing Care: Safe Listening Method and System for Personal Listening Devices. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2161. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032161>
- Dillard, L. K., Arunda, M. O., Lopez-Perez, L., Martinez, R. X., Jiménez, L., & Chadha, S. (2022). Prevalence and global estimates of unsafe listening practices in adolescents and young adults: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Global Health*, 7(11). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2022-010501>
- Elmazoska, I., Mäki-Torkko, E., Granberg, S., & Widén, S. (2024). Associations Between Recreational Noise Exposure and Hearing Function in Adolescents and Young Adults: A Systematic Review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(2), 688–710. https://doi.org/10.1044/2023_JSLHR-23-00397
- Fligor, B. J., & Cox, L. C. (2004). Output levels of commercially available portable compact disc players and the potential risk to hearing. *Ear and Hearing*, 25(6), 513–527. <https://doi.org/10.1097/00003446-200412000-00001>
- Friesen, C. E., & Papadopoulos, A. (2015). Personal listening habits and the potential for hearing loss of Canadian university students. *Environmental Health Review*, 58(4), 79–86. <https://doi.org/10.5864/d2015-026>
- Glasberg, B. R., & Moore, B. C. J. (1990). Derivation of auditory filter shapes from notched-noise data. *Hearing Research*, 47(1), 103–138. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(90\)90170-T](https://doi.org/10.1016/0378-5955(90)90170-T)
- Hodgetts, W. E., Rieger, J. M., & Szarko, R. A. (2007). The Effects of Listening Environment and Earphone Style on Preferred Listening Levels of Normal Hearing Adults Using an MP3 Player. *Ear and Hearing*, 28(3), 290. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3180479399>
- Iliadou, E., Pasiadis, K., Dimitriadis, D., Plack, C. J., & Bibas, A. (2024). Development and Validation of an Efficient and Safe Loud Music Exposure Paradigm. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(2), 668–679. https://doi.org/10.1044/2023_JSLHR-23-00332
- Ji, L., Borges, B. C., Martel, D. T., Wu, C., Liberman, M. C., Shore, S. E., & Corfas, G. (2024). From hidden hearing loss to supranormal auditory processing by neurotrophin 3-mediated modulation of inner hair cell synapse density. *PLOS Biology*, 22(6), e3002665. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002665>
- Jiang, W., Zhao, F., Guderley, N., & Manchaiah, V. (2016). Daily music exposure dose and hearing problems using personal listening devices in adolescents and young adults: A systematic review. *International Journal of Audiology*, 55(4), 197–205. <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1122237>
- Kähäri, K. R., Åslund, T., & Olsson, J. (2011). Preferred sound levels of portable music players and listening habits among adults: A field study. *Noise and Health*, 13(50), 9. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.73994>
- Kaplan-Neeman, R., Muchnik, C., & Amir, N. (2017). Listening to music with personal listening devices: Monitoring the noise dose using a smartphone application. *International Journal of Audiology*, 56(6), 400–407. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1297541>
- Keppler, H., Dhooge, I., Maes, L., D'haenens, W., Bockstael, A., Philips, B., Swinnen, F., & Vinck, B. (2010). Short-term Auditory Effects of Listening to an MP3 Player. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 136(6), 538–548. <https://doi.org/10.1001/archoto.2010.84>
- Keppler, H., Dhooge, I., & Vinck, B. (2015). Hearing in young adults. Part I: The effects of attitudes and beliefs toward noise, hearing loss, and hearing protector devices. *Noise and Health*, 17(78), 237. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.165024>

- Kim, G., & Han, W. (2018). Sound pressure levels generated at risk volume steps of portable listening devices: Types of smartphone and genres of music. *BMC Public Health*, 18(1), 481. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5399-4>
- Kim, J. (2013). Analysis of Factors Affecting Output Levels and Frequencies of MP3 Players. *Korean Journal of Audiology*, 17(2), 59–64. <https://doi.org/10.7874/kja.2013.17.2.59>
- Kirchberger, M., & Russo, F. A. (2016). Dynamic Range Across Music Genres and the Perception of Dynamic Compression in Hearing-Impaired Listeners. *Trends in Hearing*, 20, 2331216516630549. <https://doi.org/10.1177/2331216516630549>
- Kujawa, S. G., & Liberman, M. C. (2009). Adding Insult to Injury: Cochlear Nerve Degeneration after “Temporary” Noise-Induced Hearing Loss. *Journal of Neuroscience*, 29(45), 14077–14085. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2845-09.2009>
- Kumar, U. A., & Deepashree, S. R. (2016). Personal music systems and hearing. *The Journal of Laryngology & Otology*, 130(8), 717–729. <https://doi.org/10.1017/S0022215116001031>
- Le Prell, C. G., Dell, S., Hensley, B., Hall, J. W., Campbell, K. C. M., Antonelli, P. J., Green, G. E., Miller, J. M., & Guire, K. (2012). Digital Music Exposure Reliably Induces Temporary Threshold Shift in Normal-Hearing Human Subjects. *Ear & Hearing*, 33(6), e44–e58. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31825f9d89>
- Levey, S., Levey, T., & Fligor, B. J. (2011). Noise Exposure Estimates of Urban MP3 Player Users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(1), 263–277. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0283\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0283))
- Liapikou, E., & Marozeau, J. (2024). Reducing preferred listening levels in headphones through coherent audiotactile stimulation. *JASA Express Letters*, 4(1), 014401. <https://doi.org/10.1121/10.0024516>
- Liberman, M. C., Epstein, M. J., Cleveland, S. S., Wang, H., & Maison, S. F. (2016). Toward a Differential Diagnosis of Hidden Hearing Loss in Humans. *PLOS ONE*, 11(9), e0162726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162726>
- Liu, J., Deng, H., Ji, P., & Yang, J. (2018). Headphone-To-Ear Transfer Function Estimation Using Measured Acoustic Parameters. *Applied Sciences*, 8(6), 918. <https://doi.org/10.3390/app8060918>
- McNeill, K., Keith, S. E., Feder, K., Konkle, A. T. M., & Michaud, D. S. (2010). MP3 player listening habits of 17 to 23 year old university students. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(2), 646–653. <https://doi.org/10.1121/1.3458853>
- Mlynski, R. (2022). Headphone Audio in Training Systems or Systems That Convey Important Sound Information. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2579. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052579>
- Muchnik, C., Amir, N., Shabtai, E., & Kaplan-Neeman, R. (2012). Preferred listening levels of personal listening devices in young teenagers: Self reports and physical measurements. *International Journal of Audiology*, 51(4), 287–293. <https://doi.org/10.3109/14992027.2011.631590>
- Na, W., You, S., & Han, W. (2018). Factors for Determining Preferred Levels of Portable Listening Device. *Audiology and Speech Research*, 14(4), 227–235. <https://doi.org/10.21848/asr.2018.14.4.227>
- National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (1998, junio 1). *Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure (revised criteria 1998)*. <https://stacks.cdc.gov>
- Neitzel, R. L., & Fligor, B. J. (2019). Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: Review and recommendations. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(5), 3911–3921. <https://doi.org/10.1121/1.5132287>
- Oliveira, M. de F. F. de, Andrade, K. C. L. de, Caruaíba, A. T. L., Peixoto, G. de O., & Menezes, P. de L. (2017). Fones de ouvido supra-aurais e intra-aurais: Um estudo das saídas de intensidade e da audição de seus usuários. *Audiology - Communication Research*, 22, e1783. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1783>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). *Making listening safe*. <https://www.who.int/activities/making-listening-safe>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2025). *Sordera y pérdida de la audición*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Paping, D. E., Vroegop, J. L., El Marroun, H., Baatenburg de Jong, R. J., & van der Schroeff, M. P. (2023). The association of sociodemographic factors and risk behavior with unsafe use of personal listening devices in adolescents. *International Journal of Environmental Health Research*, 33(7), 700–709. <https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2047901>
- Paping, D. E., Vroegop, J. L., Geleijnse, G., le Clercq, C. M. P., Koenraads, S. P. C., & van der Schroeff, M. P. (2022). Objective Measurement of Listening Device Use and Its Relation to Hearing Acuity. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 166(3), 515–522. <https://doi.org/10.1177/01945998211012274>
- Paping, D. E., Vroegop, J. L., Koenraads, S. P. C., le Clercq, C. M. P., Goedegebure, A., Baatenburg de Jong, R. J., & van der Schroeff, M. P. (2021). A smartphone application to objectively monitor music listening habits in adolescents: Personal listening device usage and the accuracy of self-reported listening habits. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 50(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40463-020-00488-5>
- Park, Y., Guercio, D., Ledon, V., & Le Prell, C. G. (2017). Variation in Music Player Listening Level as a Function of Campus Location. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(4), 295–313. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16011>
- Parsons, J., Reed, M. B., & Torre, P. (2019). Headphones and Other Risk Factors for Hearing in Young Adults. *Noise and Health*, 21(100), 116. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_35_19
- Portnuff, C. D. (2016). Reducing the risk of music-induced hearing loss from overuse of portable listening devices: Understanding the problems and establishing strategies for improving awareness in adolescents. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*, 7, 27–35. <https://doi.org/10.2147/AHMT.S74103>
- Portnuff, C. D. F., Fligor, B. J., & Arehart, K. H. (2011). Teenage Use of Portable Listening Devices: A Hazard to Hearing? *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(10), 663–677. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.10.5>
- Seol, H.-Y., Kim, S.-H., Kim, G.-Y., Jo, M., Cho, Y.-S., Hong, S.-H., & Moon, I.-J. (2022). Influence of the Noise-Canceling Technology on How We Hear Sounds. *Healthcare*, 10(8), 1449. <https://doi.org/10.3390/healthcare10081449>
- Serra, M., Villalobo, J., Yacci, M., Abraham, M., Biassoni, E., Curet, C., Hinalaf, M., Joekes, S., Pavlik, M., & Righetti, A. (2014). Hearing and loud music exposure

- in 14-15 years old adolescents. *Noise and Health*, 16(72), 320. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.140512>
- Shim, H., Lee, S., Koo, M., & Kim, J. (2018). Analysis of Output Levels of an MP3 Player: Effects of Earphone Type, Music Genre, and Listening Duration. *Journal of Audiology and Otolology*, 22(3), 140–147. <https://doi.org/10.7874/jao.2017.00339>
- Torre, P. I. (2008). Young Adults' Use and Output Level Settings of Personal Music Systems. *Ear and Hearing*, 29(5), 791. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31817e7409>
- Tuz, D., Sariçamlık, S., Bodur, C., Kirazlı, G., & Akmeşe, P. P. (2025). The Role of a Smartphone Application in Monitoring the Risk of Hearing Loss Associated with Personal Listening Devices in Young Adults. *Noise and Health*, 27(125), 179. https://doi.org/10.4103/nah.nah_137_24
- Unión Europea. (2003, febrero 6). *Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido)*. Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0010>
- Venet, T., Thomas, A., Merlen, L., Boucard, S., Wathier, L., Martin Remy, A., & Pouyatos, B. (2024). Parameters influencing auditory fatigue among professionals working in the amplified music sector: Noise exposure and individual factors. *International Journal of Audiology*, 63(9), 686–694. <https://doi.org/10.1080/14992027.2023.2240012>
- Walia, A., Shew, M. A., Lefler, S. M., Ortmann, A. J., Ioerger, P., Wu, M., Varghese, J., Herzog, J. A., & Buchman, C. A. (2025). *Intensity-Driven Shifts in Tonotopic Coding in Humans: A Framework for Cochlear Implant Frequency Allocation* (p. 2025.05.05.25327002). medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2025.05.05.25327002>
- Welch, D., & Fremaux, G. (2017). Understanding Why People Enjoy Loud Sound. *Seminars in Hearing*, 38, 348–358. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1606328>
- Widén, S. E., Möller, C., & Kähäri, K. (2018). Headphone listening habits, hearing thresholds and listening levels in Swedish adolescents with severe to profound HL and adolescents with normal hearing. *International Journal of Audiology*, 57(10), 730–736. <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1461938>
- Williams, W. (2005). Noise exposure levels from personal stereo use Nivel de exposición a ruido por el uso de estéreos personales. *International Journal of Audiology*, 44(4), 231–236. <https://doi.org/10.1080/14992020500057673>
- World Health Organization, & International Telecommunication Union [WHO-ITU]. (2019). *WHO-ITU H.870: Guidelines for safe listening devices and systems*. Safe Listening Devices and Systems: A WHO-ITU Standard. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515276>

Anexo 1. Niveles de presión sonora (dBA) durante las canciones que escuchan con frecuencia los jóvenes.

Canciones	Artista	Título de la canción	Duración de la canción (minutos)	Tipo de auriculares	dBA	
					M1	M2
1	Coldplay	Paradise (Live In Buenos Aires)	4:38	IEHP	69.68	84.65
2	Jimena Barón	Estrella Fugaz	3:15	IEHP	65.68	87.58
3	Kiss	Hard look woman	3:34	IEHP	*	93.91
4	The Lumineers	Nobody knows	3:08	IEHP	55.09	55.31
5	U2	Beautiful day	4:08	IEHP	70.73	78.07
6	Kidd Keo	Foreign	3:25	IEHP	85.56	88.04
7	Cadena Perpetua	Vivirás	2:49	IEHP	*	95.96
8	Mon Laferte	Tu falta de querer (En Vivo)	4:36	SAHP	64.91	87.86
9	Mon Laferte	Tu falta de querer (En Vivo)	4:36	IEHP	*	76.14
10	LP	Lost on you	5:08	SAHP	81.72	91.59
11	Los Caligaris	Razón	4:08	IEHP	79.78	93.33
12	Abel Pintos	Once mil	3:41	IEHP	56.43	66.89
13	Rata Blanca	Aún estás en mis sueños	5:03	SAHP	87.69	97.04
14	Duratierra	Saravá	3:52	IEHP	86.62	96.81
15	Lady Gaga	Speechless	4:30	IEHP	*	84.54
16	Stephan Bodzin	Birth	7:53	IEHP	61.99	86.62
17	Amy Winehouse	Fools's Gold (B Side)	3:38	IEHP	82.18	92.54
18	King Princess	1950	3:45	IEHP	79.16	89.13
19	The Carters	Apeshit	4:24	SAHP	86.84	91.77
20	La Vela Puerca	Todo el Karma	3:29	IEHP	82.17	91.08
21	Jorge Drexler	Deseo	4:02	IEHP	62.94	85.60
22	Nathy Peluso	Sandía	3:46	IEHP	*	74.83
23	James Arthur	Say You Won't Let Go	3:31	IEHP	74.68	94.83
24	Yerba Brava	Pibe Cantina	3:38	IEHP	55.82	74.45
25	El Kuelgue	Bossa & People	5:02	SAHP	78.62	91.92
26	Red Hot Chili Peppers	Give It Away	4:32	SAHP	*	62.38
27	Daft Punk	Get Lucky	4:08	IEHP	*	87.30
28	Gustavo Cerati	I'm Losing You	3:27	SAHP	81.99	88.06
29	Muse	Psycho	5:51	IEHP	69.91	94.68

IEHP: In-the-ear Headphones / SAHP: Supra-Aural Headphones / * La captura de datos se realizó sólo al nivel máximo producido por el RMP correspondiente a la Medición 2 (M2), porque estos usuarios solo escuchan con frecuencia a los niveles máximos del RMP.