

Relación entre habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico de niños en edad escolar.

Relationship between auditory processing skills and the academic performance of school-age children.

Anthony Marcotti^{1,2}, Catherine Silva-Letelier³, Bernardita Alvear-Veas⁴

¹Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Odontología y Ciencias de la Rehabilitación, Universidad San Sebastián, Santiago, Chile.

²Programa de Doctorado en Psicología, Escuela de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

³Programa de Magíster en Epidemiología, Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

⁴Departamento de Estrategias Aplicadas a la Formación en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Valparaíso, Chile

*Autor para correspondencia: anthony.marcotti@uss.cl

RECIBIDO: 08 de Septiembre de 2023
APROBADO: 16 de Noviembre de 2023



DOI: 10.22370/rcl.2024.1.3888

NO SE DECLARAN CONFLICTOS DE INTERÉS

Palabras claves: *rendimiento académico, niños, percepción auditiva, pruebas auditivas, pruebas de escucha dicótica.*

Key words: *academic performances, child, auditory perception, hearing tests, dichotic listening tests.*

RESUMEN

Introducción: las condiciones acústicas adversas de las salas de clases repercuten en el rendimiento académico de niños en edad escolar. Una audición periférica normal no es suficiente para el éxito perceptual en estas condiciones. Las habilidades del procesamiento auditivo facilitarían un adecuado desempeño auditivo en ambientes acústicos adversos, por lo que podrían ser determinantes del rendimiento académico. **Métodos:** se realizó un estudio observacional analítico transversal para determinar la asociación entre habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico. Se reclutaron 60 estudiantes entre 7 y 12 años. Se utilizaron las pruebas de procesamiento auditivo de habla filtrada (HF), patrones de frecuencia (PF) y dígitos dicóticos (DD). Como medidas de rendimiento académico, se utilizaron las calificaciones de las asignaturas de matemáticas (MT), lenguaje y

comunicación (LC), ciencias naturales (CN), historia, geografía y ciencias sociales (HS), e idioma extranjero inglés (ING). Se estimaron modelos de regresión lineal univariada y multivariada para establecer asociaciones entre variables. **Resultados:** tanto en los modelos univariados como multivariados, las pruebas PF de y DD resultaron ser predictores significativos del rendimiento académico en todas las asignaturas, con excepción de MT. En conjunto, estas pruebas explicaron el 42,6% de la varianza de LC, el 52,8% de CN, el 43,4% de HS y el 32,5% de ING. La prueba de habla filtrada no estuvo asociada con ninguna asignatura. **Conclusiones:** el rendimiento académico de la mayoría de las asignaturas se asoció con habilidades del procesamiento auditivo. Un mejor rendimiento en estas habilidades permitiría enfrentar exitosamente escenarios acústicos adversos, contribuyendo al aprendizaje.

ABSTRACT

Introduction: Adverse acoustic conditions in classrooms have an impact on the academic performance of school-age children. Normal peripheral hearing is not sufficient for perceptual success in these conditions. Auditory processing skills would facilitate adequate auditory performance in adverse acoustic environments, thus potentially influencing academic performance. **Methods:** An analytical cross-sectional observational study was conducted to determine the association between auditory processing skills and academic performance. Sixty students aged 7 to 12 years were recruited for the study. Auditory processing tests including filtered speech (FS), frequency patterns (FP), and dichotic digits (DD) were administered. Academic performance was assessed based on grades in mathematics (MT), language and communication (LC), natural sciences (CN), history, geography, and social sciences (HS), and the foreign language English (ING). Univariate and multivariate linear regression models were employed to establish associations between variables. **Results:** In both univariate and multivariate models, FP and DD tests emerged as significant predictors of academic performance in all subjects, except for MT. Collectively, these tests accounted for 42.6% of the variance in LC, 52.8% in CN, 43.4% in HS, and 32.5% in ING. The filtered speech test showed no association with any subject. **Conclusions:** Academic performance in most subjects was associated with auditory processing skills. Improved performance in these skills would facilitate successful coping with adverse acoustic scenarios, contributing to the learning process.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento académico es entendido como el resultado del proceso de aprendizaje, impulsado por la actividad docente del profesor, pero producida por los estudiantes (Lamas, 2015). Se considera que es un reflejo del nivel de conocimientos demostrado en una disciplina en particular y, generalmente, es medido a través de una escala de calificaciones (Torres y Rodríguez, 2006). Los factores que influyen en el rendimiento académico son diversos, y entre ellos es posible encontrar el nivel socioeconómico, aspectos psicosociales, entorno escolar, entorno familiar y aspectos personales del propio estudiante (Habibullah y Ashraf, 2013).

Las condiciones acústicas adversas en las salas de clases son otro factor que ha demostrado repercutir en el rendimiento académico de niños en edad escolar. Estas condiciones hacen referencia a los elevados niveles de ruido de fondo, una baja intensidad de la voz de los interlocutores, mayores distancias de las fuentes sonoras de interés y altos niveles de reverberación (Crandell y Smaldino, 2000). Una mala acústica en las salas de clases tendría efectos directos sobre el procesamiento perceptual, por ejemplo, en la inteligibilidad del habla. Algunos experimentos han demostrado que peores condiciones acústicas dificultan la identificación, el reconocimiento y la comprensión del habla (Klatte et al., 2010; Rabelo et al., 2014; Valente et al., 2012). Además, estas dificultades perceptuales repercutirían en el rendimiento académico debido a que los estudiantes no podrían percibir de manera adecuada los contenidos e instrucciones por parte de los profesores.

Otra consecuencia de las dificultades perceptuales es la mayor demanda de recursos cognitivos. En condiciones acústicas desfavorables, estos recursos deben destinarse al procesamiento perceptual de la señal auditiva de interés, limitando su disponibilidad para otro tipo de tareas como, por ejemplo, comprender un nuevo contenido académico (Howard et al., 2010). Al respecto, se ha evidenciado que las condiciones acústicas adversas disminuyen la capacidad de almacenamiento de pseudopalabras en la memoria de corto plazo debido a representaciones fonológicas menos estables (Klatte et al., 2010). Si bien las pseudopalabras se utilizan con fines experimentales, la capacidad de almacenar formas fonológicas desconocidas en la memoria de corto plazo es necesaria para la adquisición de vocabulario (Gathercole et al., 2008), y su alteración repercute en la percepción del habla, la atención, la persistencia en las tareas y en la lectura (Anderson, 2004).

Un antecedente importante de considerar es que, incluso si los oyentes pueden escuchar en salas con malas condiciones acústicas, de todas formas tendrán dificultades en el aprendizaje (Ljung et al., 2009). Esto deja en evidencia que una buena audición periférica en sí misma no es suficiente para lograr el éxito académico, requiriendo de otro tipo de habilidades para enfrentarse a ambientes acústicos adversos como, por ejemplo, habilidades del procesamiento auditivo. En términos generales, el procesamiento auditivo se refiere a la eficiencia y

eficacia con que el sistema nervioso central utiliza la información auditiva (American Speech-Language-Hearing Association, 2005).

Algunas declaraciones de consenso de organismos internacionales coinciden en la importancia que tendrían las habilidades del procesamiento auditivo sobre el rendimiento académico (British Society of Audiology, 2018; Keith et al., 2019). También se ha descrito que alteraciones en estas habilidades tendrían como consecuencia dificultades para comprender el habla en presencia de ruido, problemas de atención, memoria, fatiga auditiva y problemas para interpretar las pistas prosódicas del habla (American Academy of Audiology, 2010; American Speech-Language-Hearing Association, 2005; British Society of Audiology, 2018; De Wit et al., 2017; Keith et al., 2019). Todas estas dificultades podrían repercutir en el aprendizaje y, por ende, en el rendimiento académico.

Estudios previos ya han reportado asociaciones entre habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico. Se ha descrito que niños entre 8 y 10 años que presentan un bajo rendimiento académico, tienen también un desempeño más bajo en tareas de separación/cierre monoaural y de separación/integración binaural, en comparación a sus pares con buen rendimiento (De Carvalho et al., 2017; Neves y Schochat, 2005). También se ha estimado que estas dos habilidades auditivas explican entre un 13 y 18% de la varianza de una puntuación de aprendizaje obtenida de la combinación de reportes escolares y de los resultados de una prueba estandarizada de lectoescritura, lenguaje y aritmética (Choi et al., 2019). La misma puntuación de aprendizaje comparte hasta un 50% de su varianza con una prueba de memoria auditiva y con las habilidades de separación/integración binaural y de ordenamiento temporal (Choi et al., 2020).

A pesar de sus aportes, estos estudios previos tendrían al menos dos limitaciones. En primer lugar, algunos de estos trabajos solo han comparado niños con distinto rendimiento académico en términos categóricos, pero no han estudiado directamente la asociación con las calificaciones académicas (De Carvalho et al., 2017; Neves y Schochat, 2005). En segundo lugar, otros estudios han utilizado pruebas estandarizadas generales o pruebas de competencias académicas puntuales como medidas de rendimiento académico, pero no han indagado en el rendimiento específico por asignatura (Choi et al., 2019, 2020). Por estos motivos, aún se desconoce en qué

medida las habilidades del procesamiento auditivo estarían relacionadas con el rendimiento académico de asignaturas específicas, principalmente, de aquellas consideradas más importantes durante la educación primaria. Con esto en consideración, el objetivo del presente estudio fue determinar el grado de asociación entre las habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico en las asignaturas centrales del currículo de educación básica en Chile en un grupo de niños en edad escolar.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó un estudio observacional analítico de corte transversal. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité Ético-Científico de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ID220810004. Todos los niños participantes entregaron su asentimiento y sus tutores legales firmaron el correspondiente consentimiento informado.

Participantes

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia enviando una invitación abierta a todos los padres de estudiantes entre 7 y 12 años en las escuelas Toro Amor y Presidente Alessandri de la comuna de Independencia en la Región Metropolitana de Chile. Ambos establecimientos son de financiamiento particular subvencionado, es decir, cuentan con financiamiento estatal además de aportes privados de los estudiantes matriculados. Los criterios de inclusión fueron tener otoscopía normal, umbrales auditivos normales para el rango frecuencial de 250 a 8000 Hz, porcentaje de reconocimiento verbal igual o superior a 88% a 30 dB SL para bisílabos fonéticamente balanceados (Martinez et al., 2009), curvas timpanométricas tipo A, reflejos acústicos ipsi y contralaterales presentes y no tener quejas subjetivas de problemas auditivos. Se excluyeron a los sujetos con historial de pérdida auditiva conductiva durante el último año (Bayat et al., 2017) y aquellos que hayan sido diagnosticados con algún trastorno del neurodesarrollo como, por ejemplo, trastornos de la comunicación o trastornos del aprendizaje (American Psychiatric Association, 2013). Inicialmente, se contó con la participación de 73 estudiantes, de los cuales 13 fueron excluidos: 3 sujetos por tener tapón de cerumen oclusivo, 3 por haber sido diagnosticados con algún trastorno del neurodesarrollo (trastorno

Tabla 1. Estadística descriptiva de la muestra (n=60).

	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años	12 años	Total
Sexo							
Hombres	-	2 (8.0%)	11 (44.0%)	10 (40.0%)	1 (4.0%)	1 (4.0%)	25 (100.0%)
Mujeres	4 (11.5%)	7 (20.0%)	4 (11.5%)	8 (22.7%)	7 (20.0%)	5 (14.3%)	35 (100.0%)
Lateralidad							
Diestra	3 (5.5%)	9 (16.4%)	14 (25.4%)	17 (30.9%)	6 (10.9%)	6 (10.9%)	55 (100.0%)
Zurda	-	-	1 (25.0%)	1 (25.0%)	2 (50.0%)	-	4 (100.0%)
Ambidiestra	1 (100.0%)	-	-	-	-	-	1 (100.0%)
Escolaridad							
2° Básico	4 (57.1%)	3 (42.9%)	-	-	-	-	7 (100.0%)
3° Básico	-	6 (46.1%)	5 (38.5%)	2 (15.4%)	-	-	13 (100.0%)
4° Básico	-	-	10 (41.7%)	13 (54.2%)	1 (4.1%)	-	24 (100.0%)
5° Básico	-	-	-	3 (50.0%)	3 (50.0%)	-	6 (100.0%)
6° Básico	-	-	-	-	4 (57.1%)	3 (42.9%)	7 (100.0%)
7° Básico	-	-	-	-	-	3 (100.0%)	3 (100.0%)

de desarrollo del lenguaje), 2 por haber presentado patología de oído medio durante el último año, 2 por tener curvas timpanométricas alteradas, 1 por tener umbrales auditivos por sobre 20 dB y 2 por haberse ausentado los días de evaluación. La muestra final quedó conformada por 60 sujetos, 35 mujeres y 25 hombres. Ninguno de ellos había repetido curso al momento del estudio. En la Tabla 1 se puede observar el detalle de la estadística descriptiva de la muestra.

Evaluación Auditiva

Todos los procedimientos de evaluación auditiva fueron realizados en las dependencias de los establecimientos educacionales participantes.

Se habilitó un espacio en sus respectivas bibliotecas durante horarios especialmente dispuestos para estos fines y en los cuales se pudo garantizar los niveles de ruido adecuados para la evaluación. Para corroborar la indemnidad del conducto auditivo y de la membrana timpánica, se realizó un examen otoscópico utilizando un otoscopio Pen Scope de Riester®. Para la evaluación audiométrica y de procesamiento auditivo, se utilizó un audiómetro diagnóstico Resonance® r27a con auriculares TDH-39. Para la evaluación timpanométrica se utilizó el equipo Titan con el módulo IMP 440 de Interacoustic®. Para este último examen, se utilizó un tono de sonda de 226 Hz. Los reflejos acústicos ipsi y contralaterales fueron evaluados a 80, 85 y 90

dB, para las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz. Las pruebas de procesamiento auditivo se utilizaron en formato digital (mp3) con una calidad de 320 kbps en una Tablet Samsung Galaxy Note 10.1, conectada al input CD del audiómetro a través de un cable 2 RCA a Mini Jack de 3.5 mm.

Para la evaluación de procesamiento auditivo se utilizaron las pruebas de habla filtrada (HF), de patrones de frecuencia (PF) y de dígitos dicóticos (DD). La prueba de HF corresponde a la categoría de pruebas monoaurales de habla de baja redundancia, diseñada para evaluar el proceso auditivo de separación/cierre monoaural (Schow et al., 2006). Se utilizó la versión de prueba en español disponible en la batería Santiago APD de Auditec® (Fuente y McPherson, 2006), la que está conformada por 2 listados de 25 palabras monosilábicas sometidas a un filtro de pasa baja de 500 Hz con una pendiente de 45 dB por octava. Se utilizó una lista para cada oído, aleatorizando el oído de inicio. La tarea de los sujetos evaluados fue repetir las palabras escuchadas. Se asignó un puntaje de 4% a cada palabra repetida correctamente, siendo el puntaje máximo por oído de 100%.

La prueba de PF se utilizó para la evaluación del ordenamiento auditivo temporal (Schow et al., 2006). Se utilizó la versión pediátrica de Auditec® (1997), que consiste en 30 secuencias para cada oído, compuestas por tres tonos de 500 ms de duración y cuya frecuencia puede ser de 1430 Hz o de 880 Hz. La tarea de los sujetos evaluados fue etiquetar verbalmente los tres tonos en el mismo orden en el cual fueron presentados: los tonos de 880 Hz como y “bajos” o “graves”, y los tonos de 1430 Hz como tonos “altos” o “agudos”. Se asignó un puntaje de 3,3% a cada secuencia verbalizada correctamente, siendo el puntaje máximo por oído de 100%.

La prueba de DD, correspondiente a la categoría de pruebas de escucha dicótica, se utilizó para evaluar la habilidad de separación/integración binaural (Schow et al., 2006). Se utilizó la versión en español disponible en la batería Santiago APD de Auditec® (Fuente y McPherson, 2006), compuesta por 20 ítems de cuatro dígitos cada uno. En cada ítem, se presentaron dos dígitos en un oído con una separación entre 0.5 segundos entre uno y otro y, de manera simultánea en el oído contralateral, se presentan otros dos dígitos con el mismo intervalo de tiempo entre cada uno. La tarea de los sujetos evaluados fue repetir todos los dígitos escuchados

sin importar el orden (paradigma de integración binaural o atención dividida). Se estimaron puntuaciones independientes para cada oído, en el cual cada dígito repetido de manera correcta tuvo un puntaje de 2.5%, con un puntaje máximo de 100% por oído.

Rendimiento Académico

Se estudiaron las asignaturas centrales del currículo académico para educación básica en Chile (Ministerio de Educación, 2012): matemáticas (MT), lenguaje y comunicación (LC), ciencias naturales (CN), historia, geografía y ciencias sociales (HS) e idioma extranjero inglés (ING). Se consideró para la evaluación del rendimiento académico las calificaciones finales del trimestre anterior al momento de la evaluación. En el sistema de educación chileno, el rendimiento académico se mide en una escala entre 1.0 y 7.0 como nota mínima y máxima, respectivamente.

Análisis estadístico

Para el análisis de resultados, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y la inspección visual de los histogramas para determinar la distribución de los datos. Se estimaron los siguientes estadígrafos de tendencia central y posición: mediana, rango intercuartílico (RIQ), promedio, desviación estándar (DE), percentil 10 (p10) y percentil 90 (p90). Se utilizó la prueba t para muestras relacionadas y la prueba de Wilcoxon para la comparación de puntajes entre oídos, mientras que para las comparaciones por sexo se utilizó la prueba t para muestras independientes y la prueba U de Mann-Whitney. Dada la naturaleza de la distribución de los datos, se utilizó el coeficiente de Spearman (ρ) como medida de correlación lineal entre variables. Finalmente, se estimaron modelos de regresión lineal simple tomando como variable dependiente el rendimiento en cada una de las asignaturas y como variables independientes las pruebas de procesamiento auditivo. Con aquellas variables significativas en los modelos univariados, se procedió a estimar modelos lineales multivariados, controlando por el efecto de edad y curso. Además de la correlación lineal, se comprobaron los supuestos de regresión a través de las pruebas de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg para homocedasticidad, factor de inflación de varianza (VIF) para multicolinealidad y la prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los residuos. Se utilizó el R^2 ajustado como indicador de bondad de ajuste. Para los modelos multivariados, se utilizaron los residuos estudentizados y la D de Cook para detectar posibles valores atípicos e influyentes.

RESULTADOS

El detalle de la estadística descriptiva de las variables de interés se puede observar en la Tabla 2. La puntuación de la prueba HF tuvo una distribución normal tanto en oído derecho ($z=-0,406$; $p=0,657$) como izquierdo ($z=-0,470$; $p=0,680$) mientras que las pruebas PF ($z=3,396$; $p<0,001$ y $z=3,750$; $p<0,001$) y DD ($z=3,535$; $p<0,001$ y $z=3,444$; $p<0,001$) tuvieron una distribución asimétrica para el oído derecho e izquierdo, respectivamente. Al realizar comparaciones entre oídos, no se evidenciaron diferencias significativas en ninguna de las pruebas (HF con $t=0,257$ y $p=0,797$; PF con $z=-1,552$ y $p=0,121$; DD con $z=1,053$ y $p=0,295$), por lo que se procedió a agrupar la puntuación de ambos oídos en una sola puntuación total para cada prueba. La puntuación total de HF distribuyó normalmente ($z=-0,726$; $p=0,766$), mientras que las puntuaciones totales del PF ($z=3,925$; $p<0,001$) y DD ($z=2,817$; $p=0,002$) se mantuvieron asimétricas. En las puntuaciones totales no se evidenciaron diferencias por sexo (HF

con $t=-0,474$ y $p=0,636$; PF con $z=-1,174$ y $p=0,244$; DD con $z=0,203$ y $p=0,843$). En relación con el rendimiento en las asignaturas, todas tuvieron una distribución asimétrica (MT con $z=7,976$ y $p<0,001$; LC con $z=2,149$ y $p=0,015$; CN con $z=3,320$ y $p<0,001$; HS con $z=2,729$ y $p=0,003$, ING con $z=3,556$ y $p<0,001$). Al realizar las comparaciones por sexo no se evidenciaron diferencias significativas en ninguna de las asignaturas (MT con $z=-0,653$ y $p=0,518$; LC con $z=0,308$ y $p=0,762$; CN con $z=1,163$ y $p=0,248$; HS con $z=0,338$ y $p=0,740$; ING con $z=0,593$ y $p=0,558$).

Correlaciones

La prueba de PF tuvo correlaciones significativas con MT ($\rho=0,511$; $p<0,001$), LC ($\rho=0,515$; $p<0,001$), CN ($\rho=0,524$; $p<0,001$), HS ($\rho=0,494$; $p<0,001$) e ING ($\rho=0,470$; $p<0,001$). La prueba DD tuvo correlaciones significativas con MT ($\rho=0,398$; $p=0,001$), LC ($\rho=0,438$; $p<0,001$), CN ($\rho=0,523$; $p<0,001$), HS ($\rho=0,431$; $p<0,001$) e ING ($\rho=0,309$; $p=0,016$). Además, las pruebas PF y DD estuvieron correlacionadas entre sí ($\rho=0,537$; $p<0,001$). Por otra parte, la prueba HF no se correlacionó de manera significativa con ninguna

Tabla 2. Estadística descriptiva de las pruebas de procesamiento auditivo y de las asignaturas (n=60).

	Pro-medio	D.E.	Media-na	RIQ	p10	p90
Procesamiento Auditivo						
HF OD	52,33	15,83	54,00	20,00	32,00	72,00
HF OI	51,53	18,10	52,00	26,00	28,00	74,00
PF OD	70,83	28,30	80,00	40,00	25,00	90,00
PF OI	74,00	28,29	90,00	50,00	30,00	100,00
DD OD	83,95	14,12	87,50	21,25	62,50	97,50
DD OI	81,04	16,39	87,50	23,75	52,50	97,50
Asignaturas						
MAT	5,21	1,32	5,15	2,30	3,50	6,50
LC	5,14	1,00	5,15	1,65	3,75	6,40
CN	5,01	1,11	4,85	2,05	3,65	6,40
HIS	5,34	0,92	5,10	1,70	4,30	6,60
ING	5,36	1,10	5,10	2,15	4,10	6,80

HF: habla filtrada; PF: patrones de frecuencia; DD: dígitos dicóticos; MT: matemáticas; LC: lenguaje y comunicación; CN: ciencias naturales; HS: historia, geografía y ciencias sociales; ING: inglés; D.E.: desviación estándar; RIQ: rango intercuartílico; p10: percentil 10; p90: percentil 90.

Tabla 3. Matriz de correlación para las pruebas de procesamiento auditivo y las asignaturas.

	HF	PF	DD	MT	LC	CN	HS	ING
HF	1.000							
PF	0.150	1.000						
DD	0.108	0.537 ***	1.000					
MT	0.117	0.511 ***	0.398 **	1.000				
LC	0.098	0.515 ***	0.438 ***	0.856 ***	1.000			
CN	0.121	0.524 ***	0.523 ***	0.811 ***	0.879 ***	1.000		
HS	0.094	0.494 ***	0.431 ***	0.784 ***	0.857 ***	0.830 ***	1.000	
ING	0.133	0.470 ***	0.309 *	0.870 ***	0.775 ***	0.744 ***	0.785 ***	1.000

HF: habla filtrada; PF: patrones de frecuencia; DD: dígitos dicóticos; MT: matemáticas; LC: lenguaje y comunicación; CN: ciencias naturales; HS: historia, geografía y ciencias sociales; ING: inglés; *significativo al 0.05; **significativo al 0.01; *** significativo al 0.001. Todas las estimaciones corresponden al coeficiente de correlación Spearman.

asignatura ni tampoco con las otras dos pruebas de procesamiento auditivo. Se puede observar el detalle de la matriz de correlación en la Tabla 3.

Modelos Univariados y Multivariados

En los modelos de regresión lineal simple, tanto la prueba PF (Figura 1) como DD (Figura 2) resultaron ser variables predictoras para todas las asignaturas, a excepción de MT. Para ambas pruebas fue posible observar que, a mayor puntaje, se espera un mejor rendimiento académico. La prueba HF no fue un predictor significativo para ninguna de las asignaturas. En los modelos multivariados, se incorporaron las variables significativas de los modelos univariados ajustando además por edad y curso. Para la asignatura LC, fueron significativas las pruebas de PF ($p < 0,001$; $\beta = 0,017$) y DD ($p = 0,010$; $\beta = 0,024$) con un $F(4,51) = 11,23$, un $R^2 = 0,426$ y un $p < 0,001$ para el modelo. En otras palabras, el modelo explica un 42,6% de la varianza de la asignatura de LC. Para la asignatura CS, fueron significativas las pruebas de PF ($p < 0,001$; $\beta = 0,016$) y DD ($p < 0,001$; $\beta = 0,037$) con un $F(4,50) = 16,16$, un $R^2 = 0,528$ y un $p < 0,001$ para el modelo. Por lo tanto, el modelo explica un 52,8% de la varianza de la asignatura de CS. Para la asignatura HS, también fueron significativas las pruebas PF ($p = 0,001$; $\beta = 0,013$) y DD ($p = 0,001$;

$\beta = 0,030$) con un $F(4,51) = 11,58$, un $R^2 = 0,434$ y un $p < 0,001$ para el modelo. En otras palabras, el modelo explica un 43,4% de la varianza de la asignatura de HS. Finalmente, para la asignatura ING, también fueron significativas las pruebas de PF ($p = 0,002$; $\beta = 0,017$) y DD ($p = 0,044$; $\beta = 0,022$), con un $F(4,53) = 7,87$, un $R^2 = 0,325$ y un $p < 0,001$ para el modelo. Por lo tanto, el modelo explica un 32,5% de la varianza de la asignatura ING. El detalle de los resultados de los modelos univariados y multivariados se pueden observar en la Tabla 4.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar el grado de asociación entre las habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico en las asignaturas centrales del currículo de educación básica en Chile en un grupo de niños chilenos en edad escolar. Se pudo evidenciar que tanto la prueba PF como DD comparten entre un 32% y un 53% de su varianza con el rendimiento académico de las asignaturas de LC, CN, HS e ING, ajustando por edad y curso. En un estudio realizado por Choi y colaboradores (2019), se evidenció que un modelo multivariado que incluyó el resultado de la prueba de DD en conjunto con una prueba

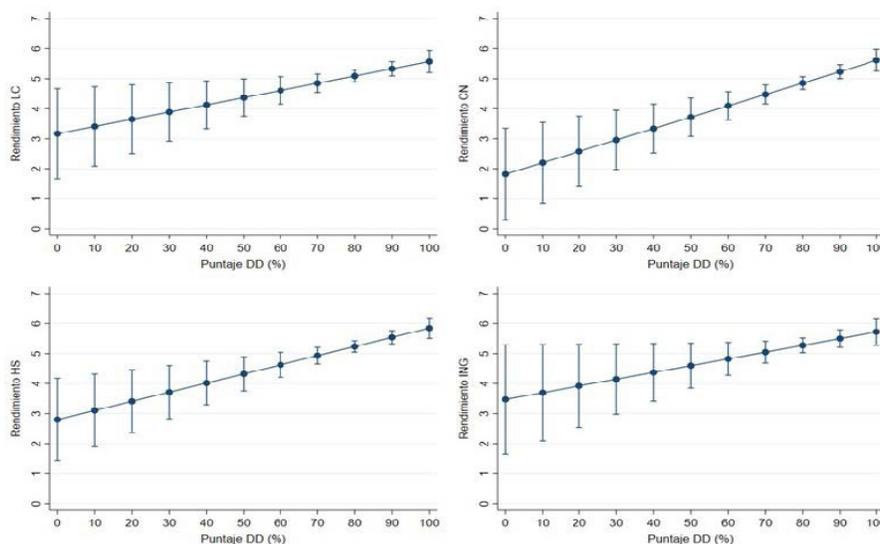


Figura 1. Rendimiento académico estimado según los modelos significativos de regresión multivariados para las asignaturas de Lenguaje y Comunicación (LC), Ciencias Naturales (CN), Historia, Geografía y Ciencias Sociales (HS) e Inglés (ING) de acuerdo con el puntaje obtenido en la prueba de patrones de frecuencia (PF).

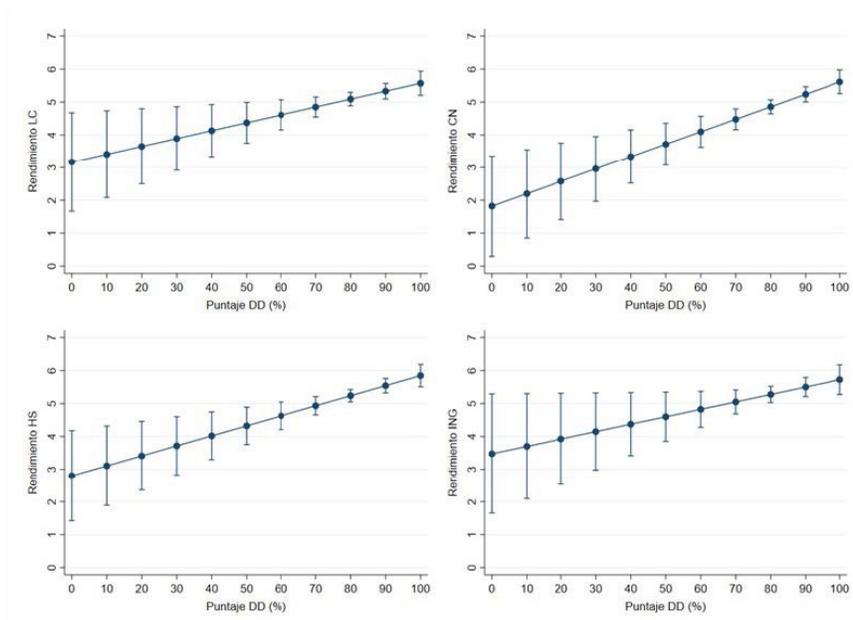


Figura 2. Rendimiento académico estimado según los modelos significativos de regresión multivariados para las asignaturas de Lenguaje y Comunicación (LC), Ciencias Naturales (CN), Historia, Geografía y Ciencias Sociales (HS) e Inglés (ING) de acuerdo con el puntaje obtenido en la prueba de dígitos dicóticos (DD).

Tabla 4. Modelos de regresión lineal univariados y multivariados con las asignaturas como variables dependientes y las pruebas de procesamiento auditivo como variables independientes (n=60).

Variable Dependiente	Variable Independiente	Modelos Univariados		Modelos Multivariados	
		zzzz	IC 95%	β	IC 95%
MT	HF	0.001	-0.178; 0.180		
	PF	0.288	-0.071; 0.129		
	DD	0.019	-0.186; 0.225		
LC	HF	0.005	-0.011; 0.023		
	PF	0.019***	0.011; 0.028	0.017***	0.008; 0.025
	DD	0.033***	0.015; 0.051	0.024*	0.006; 0.041
CN	HF	0.009	-0.009; 0.028		
	PF	0.021***	0.012; 0.031	0.016***	0.008; 0.025
	DD	0.044***	0.025; 0.063	0.037***	0.019; 0.056
HS	HF	0.003	-0.012; 0.019		
	PF	0.016***	0.009; 0.024	0.013**	0.005; 0.020
	DD	0.033***	0.017; 0.049	0.030*	0.013; 0.046
ING	HF	0.008	-0.010; 0.027		
	PF	0.018***	0.009; 0.028	0.017**	0.007; 0.027
	DD	0.028**	0.007; 0.049	0.023*	0.001; 0.044

HF: habla filtrada; PF: patrones de frecuencia; DD: dígitos dicóticos; MT: matemáticas; LC: lenguaje y comunicación; CN: ciencias naturales; HS: historia, geografía y ciencias sociales; ING: inglés; *significativo al 0.05; **significativo al 0.01; *** significativo al 0.001. Los modelos multivariados fueron ajustados por edad, curso y por las otras pruebas de procesamiento auditivo significativas en los modelos univariados.

de HF y otras mediciones auditivas periféricas, logró explicar entre un 13 y 18% de la varianza de un puntaje de aprendizaje compuesto por los reportes de las calificaciones y los resultados de una prueba estandarizada de lectoescritura, lenguaje y aritmética. En un segundo estudio, estos mismos autores evidenciaron que tanto la prueba de PF y DD, en conjunto con una prueba de memoria de trabajo, explicaron un 50% de la varianza del puntaje de aprendizaje utilizado anteriormente (Choi et al., 2020). Cabe destacar que, a diferencia del presente estudio, la población estudiada estuvo conformada por niños con desarrollo típico y con dificultades del aprendizaje.

Estos resultados sustentarían la hipótesis de que las habilidades del procesamiento auditivo serían fundamentales para un adecuado rendimiento académico. Esto debido a que estas habilidades serían las encargadas de facilitar el desempeño auditivo en condiciones acústicas desfavorables, con señales acústicas degradadas (cuando existe algún tipo de pérdida de información), o con señales acústicas competitivas (ruido de fondo) (American Speech-Language-Hearing Association, 2005). Como ya se mencionó, las características acústicas de las salas de clases en educación primaria no son ideales debido a los elevados niveles de ruido de fondo, una baja intensidad de la voz de los interlocutores, mayores distancias de las fuentes sonoras de interés y a los altos niveles de reverberación (Crandell y Smaldino, 2000). Por esta razón, los niños estarían constantemente enfrentándose tanto a señales acústicas degradadas como competitivas.

Según Bellis (2011), el ordenamiento auditivo temporal, habilidad auditiva evaluada por la prueba PF, permite la extracción y la utilización de las pistas prosódicas del habla. Aspectos como el ritmo, la entonación y la acentuación, facilitan la identificación de las palabras clave de un enunciado, permiten la comprensión de cambios sutiles en el significado en función sus variaciones, y ayudan a distinguir una señal auditiva de interés por sobre el ruido de fondo. Además, tanto la prueba PF como otras pruebas de ordenamiento auditivo temporal se encuentran correlacionadas con mediciones específicas de habilidades lectoras (Souza et al., 2022). También se ha podido constatar que luego de ser sometidos a un programa de entrenamiento de aspectos temporales de la audición, un grupo de

niños de entre 10 y 12 años redujo significativamente la cantidad de errores ortográficos en su escritura (Pires y Schochat, 2019).

La habilidad auditiva de separación/integración binaural, la cual fue evaluada a través de la prueba DD, facilitaría la asignación de los recursos atencionales hacia una señal auditiva de interés, mientras que se ignora una o más fuentes sonoras irrelevantes provenientes de otros lugares en el espacio (Bellis, 2011). En otras palabras, esta habilidad permitiría un adecuado desempeño auditivo en situaciones con ruido de fondo. Además, se han podido evidenciar correlaciones entre el rendimiento en pruebas de escucha dicótica con la comprensión lectora (Lamm et al., 1999) e, incluso, con la comprensión del lenguaje oral (Asbjørnsen y Helland, 2006).

Un hallazgo adicional del presente estudio fue que la asignatura MT no tuvo asociación con ninguna de las pruebas de procesamiento auditivo, ni siquiera con las pruebas de PF y DD que sí evidenciaron estar asociadas con el resto. Al consultar las bases curriculares de la educación básica chilena, se puede observar que la gran diferencia entre MT y el resto de las asignaturas es el nivel de demanda de las capacidades de lectoescritura (Ministerio de Educación, 2012). Las asignaturas de LC, CN, HS e ING, tienen como objetivo general el desarrollo de habilidades específicas que dependen directamente y en gran medida de las capacidades de comprensión lectora. Como ya se mencionó, tanto las habilidades de ordenamiento auditivo temporal (evaluada por la prueba PF) como de separación/integración binaural (evaluada por la prueba de DD) se encuentran asociadas a la lectoescritura. La asignatura de MT, en cambio, busca desarrollar habilidades relacionadas principalmente con el pensamiento abstracto, como la resolución de problemas, el modelamiento matemático y la capacidad representacional (Ministerio de Educación, 2012). En estricto rigor, estas habilidades no dependen en la misma medida de las capacidades de lectoescritura que el resto de las asignaturas.

A diferencia de las pruebas de PF y DD, los resultados del presente estudio mostraron que la prueba de HF no fue un predictor significativo del rendimiento académico en ninguna de las asignaturas. Esta prueba, al igual que el resto de las pruebas monoaurales de habla de baja redundancia,

evalúa la habilidad auditiva de separación/cierre monoaural (Krishnamurti, 2014). Esta habilidad, en conjunto con la separación/integración binaural, serían algunos de los mecanismos subyacentes necesarios para un adecuado desempeño en escenarios auditivos con ruido de fondo (Bellis, 2011). Por este motivo y, considerando que las salas de clases se caracterizan entre otras cosas por los niveles elevados de ruido de fondo, la ausencia de asociación entre la prueba de HF y el rendimiento académico fue un hallazgo inesperado.

En el primer estudio de Choi y colaboradores (2019), la prueba de HF sí resultó ser un predictor significativo de la medida de aprendizaje que utilizaron los autores, en conjunto con la prueba DD y otras mediciones auditivas periféricas. Sin embargo, en su segundo estudio, la misma prueba de HF no evidenció asociaciones significativas. En este segundo estudio y, a diferencia del anterior, los autores ajustaron su modelo estadístico con una medición de memoria auditiva y con la prueba de PF (Choi et al., 2020). Debido a que todas las otras condiciones fueron idénticas entre estudios, es posible que el ajuste por estas variables sean la causa de la ausencia de asociación.

Además del estudio de Choi y colaboradores (2019), un estudio realizado en Brasil también logró evidenciar una asociación entre una prueba de procesamiento auditivo que mide la habilidad para percibir el habla en ruido y el rendimiento académico (De Carvalho et al., 2017). Se observaron diferencias significativas en el rendimiento de la prueba Hearing in Noise (HINT) entre un grupo de niños con buen desempeño académico en comparación con un grupo de bajo desempeño académico. Si bien la prueba HINT evalúa la percepción del habla en ruido, no corresponde a una prueba monoaural de habla de baja redundancia. En esta prueba, tanto los estímulos como el ruido son presentados a través de tres altavoces en distintas configuraciones espaciales y ambos oídos estarían participando de manera simultánea en la tarea (Nilsson et al., 1994). Tanto la dicotomización del rendimiento académico (entre buen y mal rendimiento académico) como la utilización de paradigmas de evaluación con mayor validez ecológica podrían explicar estos resultados.

Una posible explicación que sustentaría la relación entre las habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico es el hecho de que, en condiciones acústicas adversas, el procesamiento de la información perceptual auditiva requiere de una mayor asignación de recursos cognitivos impidiendo que estos puedan ser asignados a otro tipo de tareas propias del trabajo en las salas de clases (Howard et al., 2010). Utilizando un paradigma experimental de tareas duales, Danneels y colaboradores (2021) demostraron que el rendimiento en tareas de procesamiento auditivo se correlaciona significativamente con el esfuerzo cognitivo necesario para percibir el habla en presencia de ruido. Mientras mayor sea el rendimiento de las habilidades del procesamiento auditivo, menor será el esfuerzo destinado a intentar comprender un mensaje auditivo determinado. Por ende, existirá una mayor cantidad de recursos disponibles para asignar a otras actividades, incluso cuando las condiciones auditivas sean desfavorables.

La principal limitación de este estudio tiene relación con el tamaño de muestra. Si bien fue suficiente para realizar las estimaciones y análisis reportados, la cantidad de sujetos incluidos en el estudio no fue suficiente para la estimación de modelos más sofisticados. Una muestra mayor hubiese permitido estimar modelos mixtos, los cuales son especialmente útiles para trabajar con datos recopilados de diferentes centros y ajustar por esta posible fuente de variabilidad (Gałecki y Burzykowski, 2013). Por otro lado, también se observó que la cantidad de sujetos muestreados por edad no fue homogénea, contando con una menor representación de sujetos de edades extremas. Situaciones como esta pueden sesgar algunas estimaciones por su poca robustez frente a valores atípicos. Esta situación puede ser la razón por la cual en el presente estudio no se evidenciaron diferencias interaurales para la prueba DD, las cuáles sí han sido reportadas con anterioridad en población pediátrica nacional (Marcotti et al., 2022).

La segunda limitación identificada fue la ausencia de instrumentos que dieran cuenta de otras capacidades y destrezas tanto académicas como cognitivas de los sujetos estudiados. Utilizar otro tipo de mediciones de aprendizaje como las utilizadas por Choi y colaboradores (2019, 2020) hubiesen permitido tener una visión más acabada de la relación entre rendimiento académico y el procesamiento auditivo. Además, las calificaciones pueden considerarse

como un resultado general y dependiente de la adquisición y desarrollo de una serie de habilidades cognitivas discretas. Varios de estos constructos cognitivos como la atención sostenida auditiva y visual, memoria, memoria de trabajo, inteligencia no verbal y coeficiente intelectual, tienen también altos porcentajes de varianza compartida con las pruebas de PF y DD (Brenneman et al., 2017; Gyldenkarne et al., 2014; Sharma et al., 2009; Tomlin et al., 2015). Por este motivo, es que estas y otras pruebas de procesamiento auditivo (Ricchio et al., 2005; Rosen et al., 2010; Tomlin et al., 2015) no son solamente un reflejo de habilidades del sistema auditivo, sino que también estarían dando cuenta de capacidades cognitivas. Se sugiere, para futuras investigaciones, la inclusión de variables de ajuste relacionadas con el aprendizaje y con la cognición para determinar el grado real de asociación entre las habilidades del procesamiento auditivo y el rendimiento académico.

CONCLUSIONES

En el presente estudio, se evidenció que el rendimiento académico de niños en edad escolar se encuentra asociado a las habilidades auditivas de separación/cierre binaural y al ordenamiento auditivo temporal en prácticamente todas las asignaturas centrales del currículo nacional. Tanto la habilidad de separación/integración binaural como de ordenamiento auditivo temporal estarían asociadas con aspectos de lectoescritura y facilitarían el desempeño auditivo con señales acústicas competitivas y degradadas. Por este motivo, ambas habilidades serían fundamentales para enfrentar los escenarios auditivos adversos y, mientras mejor sea el rendimiento auditivo, menor sería la necesidad de asignar recursos cognitivos para el éxito perceptual, dejándolos disponibles para las tareas académicas propias de la actividad escolar dentro de las salas de clases.

REFERENCIAS

American Academy of Audiology. (10 de agosto del 2010). Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. <https://www.audiology.org/publications-resources/document-library/central-auditory-processing-disorder>

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition. American Psychiatric Association.

American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (Central) Auditory Processing Disorders [Technical Report]. www.asha.org/policy

Anderson, K. (2004). The Problem of Classroom Acoustics: The Typical Classroom Soundscape Is a Barrier to Learning. *Seminars in Hearing*, 26(2), 117-129. <https://doi.org/10.1055/s-2004-828663>

Asbjørnsen, A., y Helland, T. (2006). Dichotic listening performance predicts language comprehension. *Laterality*, 11(3), 251-262. <https://doi.org/10.1080/13576500500489360>

Auditec. (1997). Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. Auditec Inc.

Bayat, A., Farhadi, M., Emamdjomeh, H., Saki, N., Mirmomeni, G., y Rahim, F. (2017). Effect of conductive hearing loss on central auditory function. *Braz J Otorhinolaryngol*, 83(2), 137-141. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.02.010>

Bellis, T. (2011). Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders in the Educational Setting: From Science to Practice (Segunda Ed.). Plural Publishing.

Brenneman, L., Cash, E., Chermak, G., Guenette, L., Masters, G., Musiek, F., Brown, M., Ceruti, J., Fitzgerald, K., Geissler, K., Gonzalez, J., y Weihing, J. (2017). The relationship between central auditory processing, language, and cognition in children being evaluated for central auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(8), 758-769. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16119>

British Society of Audiology. (2018). Position Statement and Practice Guidance - Auditory Processing Disorder (APD). www.thebsa.org.uk

Choi, S., Kei, J., y Wilson, W. (2019). Hearing and Auditory Processing Abilities in Primary School Children with Learning Difficulties. *Ear Hear*, 40(3), 700-709. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000652>

- Choi, S., Kei, J., y Wilson, W.** (2020). Learning difficulties and auditory processing deficits in a clinical sample of primary school-aged children. *International Journal of Audiology*, 59(11), 874–880. <https://doi.org/10.1080/14992027.2020.1771782>
- Crandell, C., y Smaldino, J.** (2000). Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 31(4), 362–370. <https://doi.org/10.1044/0161-1461.3104.362>
- Danneels, M., Degeest, S., Dhooge, I., y Keppler, H.** (2021). Central auditory processing and listening effort in normal-hearing children: a pilot study. *International Journal of Audiology*, 60(10), 739–746. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1877365>
- de Carvalho, N., Novelli, C., y Colella-Santos, M.** (2017). Evaluation of speech in noise abilities in school children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 99, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.05.019>
- de Wit, E., Neijenhuis, K., y Luinge, M.** (2017). Dutch position statement children with listening difficulties. *Federation of Dutch Audiological Centres*.
- Fuente, A. y McPherson, B.** (2006). Auditory processing tests for Spanish-speaking adults: An initial study. *International Journal of Audiology*, 45(11), 645–659. <https://doi.org/10.1080/14992020600937238>
- Gałecki, A., y Burzykowski, T.** (2013). Linear Mixed-Effects Model. En A. Gałecki y T. Burzykowski (Eds.), *Linear Mixed-Effects Models Using R*. Springer Texts in Statistics. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3900-4_13
- Gathercole, S., Briscoe, J., Thorn, A., Tiffany, C., y Team, A.** (2008). Deficits in verbal long-term memory and learning in children with poor phonological short-term memory skills. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(3), 474–490. <https://doi.org/10.1080/17470210701273443>
- Gyldenkerne, P., Dillon, H., Sharma, M., y Purdy, S. C.** (2014). Attend to this: The relationship between auditory processing disorders and attention deficits. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(7), 676–687. <https://doi.org/10.3766/jaaa.25.7.6>
- Habibullah, S., y Ashraf, J.** (2013). Factors Affecting Academic Performance of Primary School Children. *Pakistan Journal of Medical Research*, 52(2), 47–52.
- Howard, C. S., Munro, K. J., y Plack, C. J.** (2010). Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *International Journal of Audiology*, 49(12), 928–932. <https://doi.org/10.3109/14992027.2010.520036>
- Keith, W., Purdy, S., Baily, M., y Kay, F.** (2019). *New Zealand Guidelines on Auditory Processing Disorder*. New Zealand Audiological Society. <https://www.audiology.org.nz/>
- Klatte, M., Hellbrück, J., Seidel, J., y Leistner, P.** (2010). Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children: A Field Study. *Environment and Behavior*, 42(5), 659–692.
- Krishnamurti, S.** (2014). Monaural low-redundancy speech tests. En F. Musiek y G. Chermak (Eds.), *Handbook of Central Auditory Processing Disorder: Auditory Neuroscience and Diagnosis* (Segunda Ed., Vol. 1, pp. 349–368). Plural Publishing.
- Lamas, H.** (2015). School Performance. *Propósitos y Representaciones*, 3(1), 351–386. <https://doi.org/10.20511/pyr2015.v3n1.74>
- Lamm, O., Share, D. L., Shatil, E., y Epstein, R.** (1999). Kindergarten Dichotic Listening as a Predictor of First-grade Reading Achievement. *Dislexia*, 5(3), 138–154. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0909\(199909\)5:3<138::AID-DYS136>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0909(199909)5:3<138::AID-DYS136>3.0.CO;2-Q)
- Ljung, R., Sörqvist, P., Kjellberg, A., y Green, A.-M.** (2009). Poor Listening Conditions Impair Memory for Intelligible Lectures: Implications for Acoustic Classroom Standards. *Building Acoustics*, 16(3), 257–265. <https://doi.org/10.1260/135101009789877031>
- Marcotti, A., Alvear, B., Vargas, N., y Puebla, T.** (2022) Valores normativos de pruebas conductuales de procesamiento auditivo para niños chilenos

entre 7 y 12 años: una propuesta inicial. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 82(3), 311-323. <https://doi.org/10.4067/s0718-48162022000300311>

Martínez, F., Riquelme, M., y Ubilla, M. (2009). Bislabos fonéticamente balanceados para la evaluación audiométrica de la discriminación de la palabra. [Tesis de pregrado, Universidad Andrés Bello]. Repositorio institucional de la Universidad Andrés Bello <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/10137>

Ministerio de Educación. (2012). Bases Curriculares Educación Básica. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.

Neves, I, y Schochat, E. (2005). Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 17(3), 311-320.

Nilsson, M., Soli, S., y Sullivan, J. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-1099. <https://doi.org/10.1121/1.408469>

Pires, M., y Schochat, E. (2019). The effectiveness of an auditory temporal training program in children who present voiceless/voiced-based orthographic errors. *PLoS ONE*, 14(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216782>

Rabelo, A., Santos, J., Oliveira, R., y Magalhães, M. de C. (2014). Effect of classroom acoustics on the speech intelligibility of students. *CODAS*, 26(5), 360-366. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20142014026>

Riccio, C., Cohen, M., Garrison, T., y Smith, B. (2005). Auditory processing measures: Correlation with neuropsychological measures of attention, memory, and behavior. *Child Neuropsychology*, 11(4), 363-372. <https://doi.org/10.1080/09297040490916956>

Rosen, S., Cohen, M., y Vanniasegaram, I. (2010). Auditory and cognitive abilities of children suspected of auditory processing disorder (APD). *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(6), 594-600. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.02.021>

Schow, R. L., Seikel, J. A., Chermak, G. D., y Berent, M. (2006). Central Auditory Processes and Test Measures. *American Journal of Audiology*, 9(2), 63-68. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2000/013\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2000/013))

Sharma, M., Purdy, S., y Kelly, A. (2009). Comorbidity of Auditory Processing, Language, and Reading Disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(3), 706-722. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/07-0226\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0226))

Souza, C., Escarce, A., y Lemos, S. (2022). Reading performance, temporal ordering, motivation and school complaints: preliminary study. *Audiology - Communication Research*, 27, 1-9. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2021-2584>

Tomlin, D., Dillon, H., Sharma, M., y Rance, G. (2015). The Impact of Auditory Processing and Cognitive Abilities in Children. *Ear and Hearing*, 36(5), 527-542. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000172>

Torres, L., y Rodríguez, N. (2006). Rendimiento académico y contexto familiar en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11(2), 255-270.

Valente, D., Plevinsky, H., Franco, J., Heinrichs-Graham, E., y Lewis, D. (2012). Experimental investigation of the effects of the acoustical conditions in a simulated classroom on speech recognition and learning in children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(1), 232-246. <https://doi.org/10.1121/1.3662059>