

Otología y Neurología

# Desarrollo de un conjunto de palabras psicométricamente equivalentes para obtener el umbral de reconocimiento del habla en Español Rioplatense

*Development of a set of psychometrically equivalent words to obtain the speech recognition threshold in Rioplatense Spanish*

*Desenvolvimento de um conjunto de palavras psicometricamente equivalentes para obtenção do umbral de reconhecimento da fala em Espanhol Rioplatense*

Ing. Horacio Cristiani<sup>(1)</sup>, Ing. Andrés Piegari<sup>(2)</sup>, Lic. Sabrina Alonso<sup>(3)</sup>,  
Lic. Ornella Virgallito<sup>(4)</sup>, PhD. Sebastián Ausili<sup>(5)</sup>

## Resumen

**Introducción:** Se desarrolló un conjunto de palabras psicométricamente equivalentes para pruebas de reconocimiento del habla en la variante «rioplatense» del español. Las palabras son de cuatro sílabas, compuestas por dos palabras bisilábicas, cada una con su propio significado. El conjunto fue validado y grabado digitalmente. Se encuentra disponible para realizar pruebas rápidas y confiables de reconocimiento del habla.

**Material y Método:** Un primer conjunto de 90 palabras, fue grabado digitalmente, ajustado en nivel y presentado a un grupo de 25 sujetos con audición normal, en niveles que variaban desde -10 dB HL hasta 14 dB HL, en intervalos de 2 dB. Con los datos recopilados, se obtuvieron funciones psicométricas para cada palabra. Se seleccionaron 60 palabras y se ajustaron digitalmente para obtener umbrales que coincidieran con la media de los promedios de tonos puros de los participantes de la muestra. Para verificar la aplicabilidad práctica del material seleccionado, se obtuvieron umbrales de reconocimiento del habla para 180 sujetos (241 oídos) con audición normal y diferentes grados de pérdida auditiva, y

se evaluó la correspondencia entre los umbrales de reconocimiento del habla y el promedio de tonos puros.

**Resultados:** En el primer experimento, del conjunto inicial, se seleccionaron las 60 palabras con mayor uniformidad psicométrica y se ajustaron para que su umbral coincidiera con la media de los promedios de umbrales tonales de los participantes. La mediana de la pendiente (20%-80%) para el conjunto de palabras es de 12.7%/dB. En el segundo experimento, se evaluó la correspondencia entre el umbral de reconocimiento del habla (SRT: *Speech Recognition Threshold*) y el promedio de los umbrales tonales en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz (PTA: *Pure-Tone Average*) encontrando una diferencia media global de -2.22 dB HL (IC del 95.0%: -2.7 dB HL, -1.72 dB HL).

**Conclusiones:** Este material de habla, desarrollado específicamente para la obtención de SRT, ha sido validado en cuanto a la uniformidad psicométrica de los ítems que lo conforman y se encuentra disponible para los profesionales que lo requieran.

**Palabras clave:** logaudiometría, umbral de reconocimiento del habla, español rioplatense.

<sup>(1)</sup> Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, Buenos Aires, Argentina. <sup>(2)</sup> Universidad Nacional de Tres de Febrero, Buenos Aires, Argentina. <sup>(3)</sup> Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, Buenos Aires, Argentina. <sup>(4)</sup> Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, Buenos Aires, Argentina. <sup>(5)</sup> University of Miami, Department of Otolaryngology, Ear Institute, Miami, USA.

Mail de contacto: hcristiani@mah.org.ar

Fecha de envío: 19 de febrero de 2024 - Fecha de aceptación: 8 de abril de 2024.

## Abstract

**Introduction:** A set of psychometrically equivalent words was developed for speech recognition tests in the "rioplatense" variant of Spanish. The words consist of four syllables, composed of two bisyllabic words, each with its own meaning. The set was validated and digitally recorded. It is available for quick and reliable speech recognition tests.

**Material and Method:** An initial set of 90 words was digitally recorded, adjusted in level, and presented to a group of 25 subjects with normal hearing at levels ranging from -10 dB HL to 14 dB HL in 2 dB intervals. Psychometric functions were obtained for each word based on the collected data. Sixty words were selected and digitally adjusted to obtain thresholds matching the average *pure-tone averages* of the participants. To verify the practical applicability of the selected material, *speech recognition thresholds* were obtained for 180 subjects (241 ears) with normal hearing and varying degrees of hearing loss, and the correspondence between *speech recognition thresholds* and *pure-tone averages* was assessed.

**Results:** In the first experiment, from the initial word set, 60 words with higher psychometric uniformity were selected and adjusted to match the participants' *pure-tone averages*. The median slope (20%-80%) for the set of words is 12.7% per dB. In the second experiment, the SRT (*Speech Recognition Threshold*)-PTA (*Pure-Tone Average*) correspondence was evaluated, revealing a global mean difference of -2.22 dB HL (IC del 95.0%: -2.7 dB HL, -1.72 dB HL).

**Conclusions:** This speech material, specifically developed for obtaining *Speech Recognition Thresholds*, has been validated for the psychometric uniformity of its components and is available for professionals who may require it.

**Keywords:** speech audiometry, *speech recognition threshold*, rioplatense spanish.

## Resumo

**Introdução:** Desenvolveu-se um conjunto de palavras psicometricamente equivalentes para testes de reconhecimento de fala na variante "rioplatense" do espanhol. As palavras são compostas por quatro sílabas, formadas por duas palavras dissílabas, cada uma com seu próprio significado. O conjunto foi validado e gravado digitalmente. Está disponível para a realização de testes rápidos e confiáveis de reconhecimento de fala.

**Material e Método:** Um primeiro conjunto de 90 palavras foi gravado digitalmente, ajustado em ní-

vel e apresentado a um grupo de 25 indivíduos com audição normal em níveis que variavam de -10 dB HL a 14 dB HL em intervalos de 2 dB. Com os dados coletados, foram obtidas funções psicométricas para cada palavra. Foram selecionadas 60 palavras e ajustadas digitalmente para obter limiares que coincidissem com a média dos tons puros dos participantes da amostra. Para verificar a aplicabilidade prática do material selecionado, foram obtidos limiares de reconhecimento de fala para 180 indivíduos (241 ouvidos) com audição normal e diferentes graus de perda auditiva, e foi avaliada a correspondência entre os limiares de reconhecimento de fala e a média dos tons puros.

**Resultados:** No primeiro experimento, das 90 palavras pré-selecionadas, aquelas com maior uniformidade psicométrica foram separadas e ajustadas para que seu limiar coincidissem com a média dos PTAs dos participantes. No segundo experimento, foi avaliada a correspondência entre SRT-PTA, revelando uma diferença média global de -2.22 dB HL (IC de 95.0% -2.7 dB HL, -1.72 dB HL).

**Conclusões:** Este material de fala, desenvolvido especificamente para a obtenção de Limiares de Recepção de Fala (SRT), foi validado quanto à uniformidade psicométrica de seus componentes e está disponível para profissionais que possam precisar.

**Palavras-chave:** audiometria da fala, limiar de recepção da fala, espanhol rioplatense.

## Introducción

La audiometría del habla o logaudiometría es una de las pruebas más importantes para el diagnóstico auditivo. Junto con la audiometría tonal liminar, es la herramienta básica para determinar el tipo y grado de pérdida auditiva. Mientras que la audiometría tonal busca umbrales en diferentes frecuencias para estímulos simples, la audiometría del habla utiliza palabras o frases, y busca ya sea umbrales de detección o reconocimiento, o bien porcentajes de palabras reconocidas correctamente a diferentes niveles de presentación. La audiometría del habla es útil en la evaluación de las habilidades de comunicación del paciente. Debido a su resultado significativo, las pruebas de reconocimiento del habla también se utilizan comúnmente en la adaptación de dispositivos de ayuda auditiva como una herramienta estándar para medir los beneficios obtenidos. En la literatura internacional, se utilizan tres medidas básicas para la audiometría del habla: la primera es el umbral de detección del habla (SDT: *speech detection threshold*), también conocido como umbral de voz (UV): un nivel de ha-

bla expresado en dBHL en el cual el sujeto detecta la presencia de una voz en el 50% de las presentaciones, sin necesidad de comprender las palabras. Esta definición implica, exclusivamente, una tarea de detección. La segunda es el umbral de reconocimiento del habla (SRT: *speech recognition threshold*), definido como «el nivel auditivo mínimo en el cual un individuo puede reconocer el 50% del habla presentada»<sup>(1)</sup>. Esta medida refleja el nivel mínimo de intensidad que el sujeto necesita para comprender el habla. La tercera medida es el puntaje de reconocimiento (WRS: *word recognition score*) definido como el porcentaje de palabras reconocidas a un cierto nivel de intensidad del habla, superior a los umbrales señalados. Este trabajo se enfoca en el desarrollo de material para obtener el SRT. Dicho material debe cumplir con varios requisitos para proporcionar confiabilidad en las pruebas<sup>(2)</sup>.

En diversos idiomas, como francés y ruso, el material de SRT se basa en palabras bisílabas<sup>(3,4)</sup>. En inglés, los bisílabos son palabras espondeicas, esto es compuestas por dos palabras monosilábicas, ambas con igual énfasis y significado propio<sup>(1)</sup> (por ejemplo, «*baseball*», «*midnight*»). En el idioma alemán, el material para las mediciones de SRT es un conjunto de números polisilábicos<sup>(5)</sup>. En España, De Cárdenas y Marrero Aguiar presentaron listas de palabras polisilábicas para SRT<sup>(6)</sup>. En Argentina y otros países de habla hispana de América Latina, las listas de palabras bisílabas creadas por Tato y cols.<sup>(7)</sup> se encuentran entre las más utilizadas. Sin embargo, este material no fue diseñado ni probado para la obtención de SRT<sup>(8)</sup>. A pesar de la notable cantidad de trabajos realizados para diferentes idiomas, existe escasez de material de habla en español rigurosamente validado, a pesar de ser uno de los idiomas más hablados en el mundo<sup>(9)</sup>. Existe material para la medición del SRT en español<sup>(10)</sup>, pero no se produjeron informes de validación y homogeneidad. Se han realizado mediciones de diferentes materiales en español, para confirmar la relación directa entre el número de sílabas y el rendimiento en el reconocimiento de palabras<sup>(10)</sup>. La principal razón para iniciar este desarrollo es la conciencia generalizada en la comunidad profesional de que las listas en uso durante más de 70 años, aunque están equilibradas fonéticamente, muestran algunas características que podrían mejorarse o actualizarse:

1. Algunas de las palabras incluidas se han vuelto obsoletas y, por lo tanto, son muy difíciles de reconocer incluso a niveles de presentación elevados.
2. Si el material de habla está destinado a mediciones de SRT, una condición deseable es que las

palabras sean lo más homogéneas posible en términos de reconocimiento. Sin embargo, esta condición no ha sido estudiada en el material vigente y hay una impresión unánime entre los profesionales de que no se cumple.

3. Cuando el material de habla se utiliza para mediciones de WRS, la homogeneidad psicométrica entre las listas es un factor importante, pero nunca fue estudiado. Si bien no se cuenta con datos objetivos, existe consenso en la comunidad fonoaudiológica, sobre los diferentes grados de dificultad que presentan las listas.
4. El mismo material destinado a medir porcentajes de reconocimiento (WRS), se utiliza, mediante el concepto de «umbral de palabra» para definir una especie de umbral que, como se señala en trabajos anteriores<sup>(8)</sup>, carece de confiabilidad.

Existe una fuerte correspondencia entre el promedio de tonos puros (PTA) y el SRT, respaldada por la literatura internacional. La norma ISO 8253-3 establece que 0 dB HL para el habla (nivel de SRT para sujetos con audición normal) es aproximadamente igual al promedio de los umbrales tonales para 500, 1000 y 2000 Hz. Esta relación hace evidente cómo los resultados del SRT sirven de apoyo para el PTA y viceversa. En la primera parte de este trabajo, se creó y validó, en términos de equivalencia psicométrica, una lista de 60 palabras psicoméricamente equivalentes para la medición del SRT en español «rioplatense», es decir, Argentina y Uruguay. Todas las palabras fueron medidas en términos de reconocimiento en una amplia gama de niveles de presentación y seleccionadas para formar un conjunto homogéneo. En la segunda parte, se obtuvo el SRT para sujetos con diferentes rangos de pérdida auditiva (es decir, audición normal, y pérdidas leves, moderadas y severas/profundas) con el material desarrollado, para verificar la concordancia entre el SRT y el PTA. Como parte de una evaluación audiológica estándar, el SRT se utiliza para evaluar el nivel más bajo en el cual un individuo puede reconocer el habla en el 50% de las presentaciones y debería estar cerca del promedio de tonos puros (PTA). El SRT es un componente fundamental de la batería de pruebas audiológicas, ya que a menudo sirve como punto de referencia para pruebas supraliminales y puede ayudar a determinar la sensibilidad auditiva en niños pequeños o en aquellos difíciles de evaluar. La falta de concordancia entre el PTA y el SRT es significativa para el diagnóstico, ya que podría implicar la presencia de una pseudohipoacusia o patología retrococlear o central. La concordancia SRT-PTA es esencial para la evaluación audiológica, ya que indica consistencia entre

los umbrales de respuesta tanto a estímulos de habla como tonales. Cualquier prueba que pretenda medir el SRT debe establecer la relación básica entre el SRT y el PTA<sup>(11, 12)</sup>. En este desarrollo, la elección de palabras y el ajuste de nivel se hicieron de manera que se cumpliera la concordancia SRT-PTA, esto se hizo basándose en pruebas con sujetos normales. Luego se buscó verificar la concordancia SRT-PTA en sujetos con audición normal y diferentes grados de pérdida auditiva, utilizando los métodos habituales para obtener la audiometría tonal liminar (técnica Hughson-Westlake) y el método recomendado por la ASHA, basado en la fórmula de Tillman-Olsen para obtener el SRT<sup>(13)</sup>. Todo el material de audio, así como los datos de validación, estarán disponibles para que los profesionales los utilicen.

## Experimento 1

### Objetivo

Crear un conjunto de palabras de cuatro sílabas psicométricamente equivalentes y ajustar su nivel para que el umbral (nivel de presión sonora del habla para obtener el 50% de reconocimiento) coincida con el PTA promedio de la muestra.

### Método

#### Participantes

Un grupo de 25 hablantes nativos de español rioplatense participaron en este estudio (12 hombres y 13 mujeres). Las edades de los participantes oscilaban entre 22 y 46 años (media de 30.2 años). Todos los participantes en este estudio presentaron umbrales audiométricos menores a 10 dBHL, en el rango de 125 a 8000 Hz. En cada sujeto se evaluó el oído mejor. El PTA promedio (promedio umbrales tonales para frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz) para el grupo fue de 3.3 dBHL.

#### Selección del material

La elección del material se basó en trasladar el concepto de la palabra espondeica utilizada en el idioma inglés, donde el material destinado a obtener umbrales son palabras compuestas bisilábicas (en las que cada sílaba es una palabra con su propio significado) que se combinan para generar una palabra de uso común (por ejemplo, «ice cream» o «air plane»). En nuestro material, considerando las características del idioma español y el número limitado de palabras monosilábicas con significado<sup>(8)</sup>, se propusieron tetrasilabos, formados por dos bisilabos con significado (por ejemplo, «auto móvil»). Se obtuvieron un total de 90 palabras tetrasilábicas de fuentes en internet de palabras compuestas. Todas las palabras tienen la

acentuación en la penúltima sílaba. Las grabaciones del material las realizó una locutora profesional. El desempeño de la locutora fue verificado por un grupo de cinco jueces independientes.

### Grabación y preparación del material

Todas las grabaciones se realizaron en una cabina de sonido de doble pared y tratada acústicamente ubicada en la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Las grabaciones se realizaron con el micrófono (M50, Earthworks Inc, EE. UU.) posicionado, aproximadamente, a 15 cm frente a la locutora y un filtro anti-pop dispuesto entre ambos. La señal fue amplificada y digitalizada utilizando un convertidor analógico-digital RME Fireface UCX. Se utilizó una frecuencia de muestreo de 44.1 kHz con cuantificación de 24 bits para todas las grabaciones. Durante todas las sesiones, se pidió a la locutora que pronunciara cada palabra tres veces. Un juez nativo calificó las repeticiones de cada palabra según la calidad percibida de la producción, y se seleccionó la mejor para incluirla en la parte de evaluación del estudio. Cualquier palabra que se considerara mal grabada debido a la distorsión por picos, ruido o cualquier otra anomalía, se volvió a grabar o se eliminó del estudio. Se generó una señal de calibración de 1 kHz, y su intensidad se tomó como referencia para obtener un nivel de 0 VU. Después del proceso de calificación, el valor eficaz de cada palabra que se incluiría en la evaluación del oyente se ajustó para que coincidiera con la deflexión promedio del medidor VU de pico con la del tono de calibración, según la norma ANSI S.36-2004.

### Procedimiento

Se utilizó un software hecho a medida basado en MATLAB (versión R2022a, The MathWorks Inc., Natick, MA, EE. UU.) para controlar la presentación y almacenamiento de las palabras para la puntuación. La señal se envió desde la computadora a la entrada externa del audiómetro (Modelo AC40, Interacoustics, Middelfart, Dinamarca) y se presentó a través de auriculares (TDH-39, Telephonics). La prueba se llevó a cabo en una cabina sonoamortiguada de doble pared que cumple con la norma ANSI/ASA S3. 1:1999 (R2018)<sup>(14)</sup> para niveles de ruido ambiente máximos permitidos. Todas las palabras se presentaron monoauralmente al oído con el PTA más bajo. Antes de probar a cada sujeto, se ajustó la sensibilidad de entrada del audiómetro a 0 VU utilizando el tono de calibración de 1 kHz. Además, se verificó la calibración semanalmente du-



rante el período de adquisición de datos, de acuerdo con la norma ANSI S3.6 (2004).

### Presentación de las palabras

Los participantes no se familiarizaron previamente con las palabras antes de la prueba. Los niveles de presentación variaron entre -10 dB HL y 14 dB HL, en pasos de 2 dB. La lista completa de 90 palabras se presentó en orden aleatorio, en el nivel más bajo; a continuación, el nivel se incrementó en 2 dB y se presentó una nueva serie aleatoria de las 90 palabras. Este proceso se repitió hasta que se completaron los 13 niveles. A los sujetos simplemente se les instruyó repetir la palabra que escucharon.

### Resultados

Para obtener la función psicométrica de cada palabra, realizamos un ajuste sigmoide sobre las respuestas binarias (es decir, correcto o incorrecto) de los sujetos, con la siguiente función logística:

$$p(x; m, w) = \frac{1}{1 + e^{-2 \log\left(\frac{1}{0.95-1}\right) \frac{x-m}{w}}}$$

La curva psicométrica se estimó para cada palabra utilizando el toolbox de Matlab Psignifit Toolbox<sup>(15)</sup>. El mismo código se utilizó para generar los valores de la «Tabla 1».

El valor de PTA de todos los participantes con audición normal, resultó en un promedio de 3.3 dBHL (SD=2.6 dBHL). La «Figura 1A» muestra las curvas psicométricas para las 90 palabras. Los valores de umbral (dBHL al 50% de reconocimiento correcto) variaron de 0.6 dBHL a 16.5 dBHL (mediana=6.8 dBHL). Las pendientes de las funciones psicométricas de las 90 palabras presentaron un rango entre 7.8%/dB y 40%/dB (mediana=20%/dB). Algunas palabras fueron excluidas del análisis, debido a que se alcanzó la saturación digital antes de la alineación del umbral psicométrico con el PTA promedio. Las 60 palabras restantes, tienen umbrales entre 0.6 dBHL y 12.1 dBHL (mediana=5.8 dBHL) y pendientes con un rango de 9.2%/dB a 18.9%/dB (mediana=12.7%/dB). La «Tabla 1» muestra, para las 60 palabras seleccionadas, los valores de los parámetros: «w» (diferencia en dB entre los niveles correspondientes a 5% y 95% de reconocimiento), pendiente (entre el 20% y el 80%, en dB/%), pendiente en el 50% de reconocimiento, «m» (umbral en dBHL) y el factor de corrección (en dB) a ser aplicado a cada palabra, para igualar su umbral con el PTA calculado para el grupo de participantes (3.3 dBHL).

Tabla 1. Resultado para las 60 palabras seleccionadas para SRT

Number	Word	w (dB)	Pendiente 20%-80% %/dB	Pendiente 50% %/dB	m (dB)	f.c. (dB)
1	Abrelatas	9.9	12.9	14.9	7.0	3.7
2	Aeropuerto	8.9	14.1	16.4	1.1	-2.2
3	Agridulce	11.7	10.9	12.6	9.9	6.6
4	Aguafiestas	12.8	10.0	11.5	6.8	3.5
5	Aguardiente	10.7	11.9	13.8	4.8	1.5
6	Altibajo	10.1	12.6	14.5	5.7	2.4
7	Astronauta	9.0	14.1	16.3	4.6	1.3
8	Automóvil	8.8	14.1	16.4	1.1	-2.2
9	Autovia	10.3	12.4	14.3	2.5	-0.8
10	Avemaria	8.2	15.6	18.0	6.4	3.1
11	Bienvenida	10.7	11.9	13.8	6.0	2.7
12	Boquiabierto	11.6	11.0	12.7	8.7	5.4
13	Buscavidas	11.0	11.6	13.4	7.4	4.1
14	Cascarrabias	8.6	14.9	17.2	6.4	3.1
15	Compraventa	9.8	13.0	15.0	5.8	2.5
16	Cubrecama	8.0	15.9	18.4	6.8	3.5
17	Guardabarros	7.3	16.1	19.0	1.6	-1.7
18	Guardabosques	9.5	13.5	15.5	3.6	0.3
19	Guardacoches	13.3	9.6	11.1	8.2	4.9
20	Guardaespaldas	9.4	13.3	15.5	2.8	-0.5
21	Guardapolvo	8.2	15.5	17.9	1.9	-1.4
22	Guardarropa	6.6	18.9	22.0	0.6	-2.7
23	Helipuerto	11.6	10.9	12.6	8.0	4.7
24	Lanzallamas	9.4	13.6	15.7	3.4	0.1
25	Lavaplatos	8.1	15.8	18.2	2.0	-1.3
26	Lavarropas	10.8	11.8	13.7	2.0	-1.3
27	Limpiavidrios	9.2	13.8	16.0	7.6	4.3
28	Lustrabotas	9.9	12.9	14.9	7.7	4.4
29	Malpensado	9.6	13.3	15.4	7.2	3.9
30	Marcapasos	10.1	12.7	14.6	2.8	-0.5
31	Matafuegos	9.4	13.6	15.7	2.1	-1.2
32	Matamoscas	7.6	16.6	19.2	3.1	-0.2
33	Mediodía	9.3	13.8	15.9	8.9	5.6
34	Montacargas	9.2	13.9	16.0	4.8	1.5
35	Motosierra	12.3	10.4	12.0	6.8	3.5
36	Nochebuena	10.2	12.5	14.4	12.1	8.8
37	Nomeolvides	8.8	14.4	16.6	10.9	7.6
38	Parabrisas	12.6	10.1	11.7	4.8	1.5
39	Parachoques	9.3	13.7	15.8	5.1	1.8
40	Pararrayos	11.3	11.3	13.1	4.0	0.7
41	Pasamanos	10.7	11.9	13.7	4.4	1.1
42	Pelirrojo	10.0	12.8	14.7	5.9	2.6
43	Portafolios	9.7	13.1	15.1	4.3	1.0
44	Portaviones	10.3	12.3	14.2	4.8	1.5
45	Puntiagudo	12.4	10.2	11.8	10.5	7.2
46	Quitanieves	10.2	12.4	14.4	10.0	6.7
47	Rascacielos	10.4	12.3	14.2	5.6	2.3
48	Rioplattense	11.1	11.5	13.3	8.6	5.3
49	Rompehielos	11.0	11.6	13.4	8.0	4.7
50	Sacacorchos	11.4	11.2	12.9	2.4	-0.9
51	Sacapuntas	10.1	12.7	14.6	2.3	-1.0
52	Saltamontes	11.3	11.3	13.1	4.6	1.3
53	Salvavidas	8.2	15.5	17.9	4.1	0.8
54	Sobremesa	9.3	13.6	15.8	8.4	5.1
55	Sobretodo	9.3	13.8	15.9	6.1	2.8
56	Sordomudo	10.7	11.9	13.7	7.6	4.3
57	Testaferro	11.2	11.3	13.1	6.6	3.3
58	Tocadiscos	9.3	13.8	15.9	6.0	2.7
59	Trabalenguas	10.6	12.0	13.8	3.3	0.0
60	Videojuego	13.8	9.2	10.6	6.5	3.2
	Mediana	10.0	12.7	14.7	5.8	2.5
	Máx.	13.8	18.9	22.0	12.1	8.8
	Mín.	6.6	9.2	10.6	0.6	-2.7
	Rango	7.2	9.7	11.3	11.5	11.4
	SD	1.5	1.9	2.2	2.7	2.7

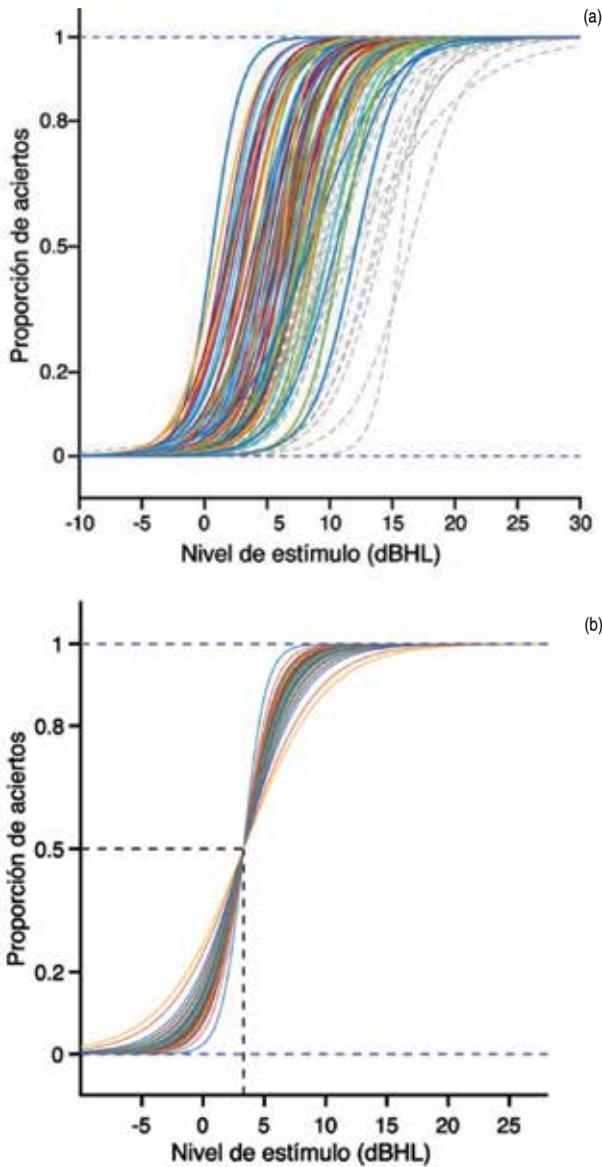
w: diferencia en dB entre los niveles correspondientes a 5% y 95% de reconocimiento.  
m: umbral en dBHL.

f.c.: factor de corrección en dB.

La «Figura 1.a», muestra las curvas psicométricas obtenidas para las 90 palabras incluidas inicial-

mente. Las curvas punteadas muestran las palabras descartadas durante el procedimiento. La «Figura 1.b», muestra las curvas psicométricas de las 60 palabras seleccionadas, calculadas con la corrección del umbral de los componentes individuales, para igualar un umbral de 3.3 dBHL.

Figura 1.a. Promedio de funciones psicométricas por palabra. Las curvas punteadas indican las palabras excluidas debido a la saturación digital postcorrección. b. Funciones psicométricas de las 60 palabras seleccionadas, después de la corrección del umbral al promedio de los PTA para los sujetos con audición normal.



## Experimento 2 Objetivo

Obtener el SRT en sujetos con diferentes grados de pérdida auditiva. Esto se logra comprobando la

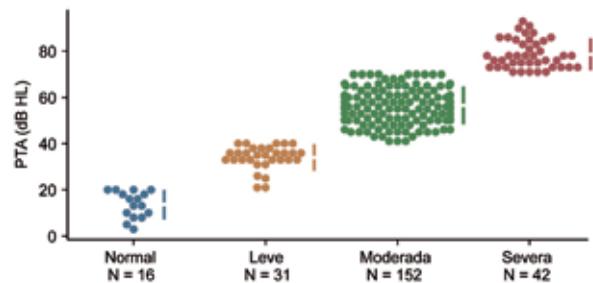
concordancia entre la PTA (promedio de umbrales tonales en 500, 1000 y 2000 Hz) y el SRT.

## Método

### Participantes

Se reclutó un nuevo grupo de 180 sujetos (98 mujeres, edad promedio de 43.8 años) con diferentes grados de pérdida auditiva para este experimento (16 con audición normal, 31 con pérdida leve, 152 con pérdida moderada, 41 con pérdida severa) (Figura 2).

Figura 2. PTA para todos los participantes del experimento 2, agrupados según grado de pérdida auditiva. La discontinuidad en la línea y la longitud de los segmentos, indican el valor medio y la desviación estándar.



### Procedimiento

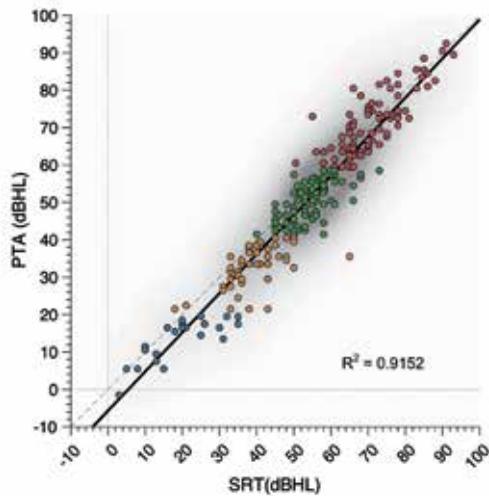
Con base en los umbrales obtenidos en la audiometría tonal, realizada mediante la técnica convencional, se calculó el PTA. A continuación, se obtuvo el SRT para cada participante, en el mismo oído, mediante el procedimiento recomendado por la ASHA.

### Resultados

Para estudiar la correspondencia entre el Umbral de Reconocimiento del Habla (SRT) y el promedio de umbrales de tonos puros (PTA), se construyó un gráfico de dispersión entre los valores obtenidos de ambas variables, para la muestra analizada (Figura 3). Se observa una fuerte correlación positiva ( $r^2=0.9152$ ) entre el tipo de pérdida auditiva y el valor de SRT obtenido para cada participante.

Sin embargo, como muchos autores señalaron<sup>(16,17)</sup>, la correlación cuantifica en qué medida dos variables están conectadas, pero una correlación alta no indica automáticamente un fuerte acuerdo entre ellas. El coeficiente de correlación y las técnicas de regresión, a veces pueden ser inadecuados y engañosos al evaluar el acuerdo entre variables, ya que solo evalúan la asociación lineal de dos conjuntos de observaciones. El coeficiente de correlación

Figura 3. Gráfico de dispersión SRT vs. PTA. Los colores indican el grado de pérdida auditiva. Azul: normoyentes; naranja: leves; verde: moderadas; rojo: severas y profundas.



(r) mide la fuerza de la relación entre dos variables, no el acuerdo entre ellas. Por lo tanto, calculamos un gráfico de estimación de Garner-Altman para la diferencia SRT-PTA de cada participante, en los diferentes grados de pérdida auditiva (Figura 4). El análisis estadístico, se realizó según la perspectiva de *Estimation Statistics*, un marco que evita las dificultades de las pruebas de significación y se centra en el tamaño del efecto de un experimento<sup>(18)</sup>.

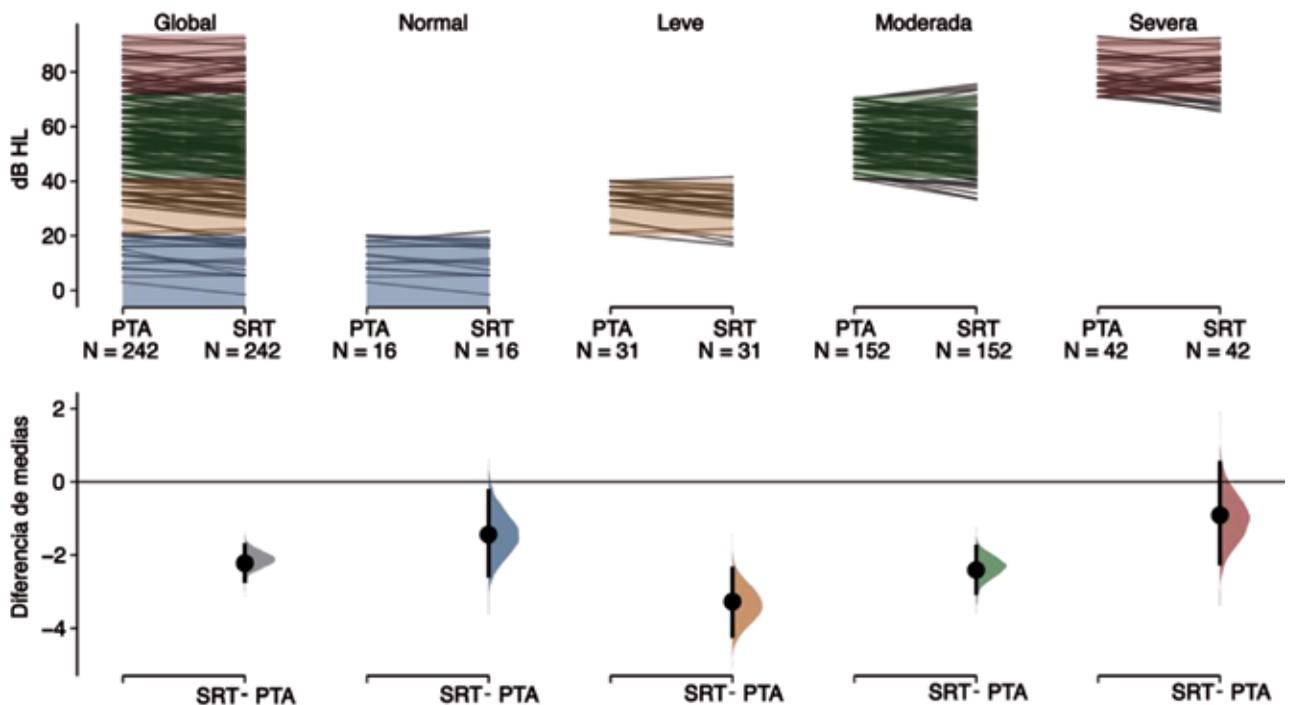
La diferencia media entre la PTA global y el SRT es de -2.22 dB HL (IC del 95.0%: -2.7 dB HL, -1.72 dB HL).

La diferencia media fue también revisada para audición normal [-1.44 dB HL (95.0% IC: -2.56 dB HL, -0.25 dB HL)], pérdidas leves [-3.27 dB HL (95.0% IC: -4.21 dB HL, -2.37 dB HL)], moderadas [-2.41 dB HL (95.0% IC: -3.04 dB HL, -1.77 dB HL)] y severas/profundas [-0.91 dB HL (95.0% IC: -2.25 dB HL, 0.46 dB HL)].

### Discusión

El propósito de este trabajo fue generar un conjunto de palabras psicométricamente equivalentes para una medición confiable del Umbral de Reconocimiento del Habla (SRT) en español rioplatense. Los materiales utilizados hasta ahora, presentan ciertas características que impactan negativamente en la precisión y confiabilidad de los resultados. En Argentina, es común utilizar las listas de palabras de Tato et al., tanto para obtener algunos umbrales como para los porcentajes de reconocimiento de palabras (WRS), a diferentes niveles de estímulo. El material propuesto en este trabajo está destinado, exclusivamente, para obtener umbrales de habla. Este nuevo material, basado en palabras de cuatro sílabas, se creó con la premisa de la equiva-

Figura 4. Diferencia de medias apareadas para la muestra global y los diferentes rangos de pérdida auditiva. Los datos brutos se representan en los ejes superiores y cada conjunto apareado de observaciones está conectado por una línea. En los ejes inferiores, cada diferencia de medias apareada se representa como una distribución de muestreo *bootstrap*. Las diferencias medias se muestran como puntos y los intervalos de confianza del 95% se indican en los extremos de las barras de error verticales.



lencia psicométrica, como se ilustra en la «Figura 2», donde se muestran gráficos comparativos de la probabilidad de detección de diferentes palabras a varios niveles de estímulo. Esta equivalencia psicométrica es un requisito importante para el material destinado a esta prueba, ya que determina que cada elemento en la lista presenta la misma facilidad de reconocimiento promedio.

Otro requisito esencial se refiere a la pendiente de la función psicométrica para cada palabra. Una pendiente alta es deseable para determinar el SRT. El material presentado en este trabajo muestra valores de pendiente del 20% al 80% en el rango de 9.2 a 18.9%/dB, con una mediana de 12.7%/dB. Estos valores son más pronunciados que los informados para palabras espondeicas en inglés, que tienen un rango de 7.2%/dB a 10%/dB<sup>(19, 20, 21, 22)</sup> (Hudgings et al. 1947; Hirsh et al. 1952; Young et al. 1982; Wilson & Stouse, 1999), y cercanos a los informados por Beattie et al.<sup>(23)</sup> y Ramkissoon<sup>(24)</sup>. Para palabras disilábicas en ruso, utilizadas en la medición del SRT, los valores de pendiente media fueron de 8.6%/dB para locutoras femeninas y 10.5%/dB para locutores masculinos<sup>(4)</sup>. Para otros idiomas, se informaron valores medios de pendiente, como palabras trisilábicas en mandarín, con una pendiente del 10.5%/dB para locutoras femeninas<sup>(25)</sup> y palabras disilábicas en polaco con una pendiente del 9.8%/dB para locutoras femeninas. Para materiales trisilábicos en español, Christensen<sup>(26)</sup> encontró valores medios de pendiente de 9.7%/dB para locutoras femeninas y 11.1%/dB para locutores masculinos. Como sugirieron Carlo et al.<sup>(10)</sup>, a medida que aumenta el número de sílabas, el valor de la pendiente también aumenta. Esto podría explicar los valores de pendiente más altos obtenidos en este material, que son mayores que los informados en estudios realizados con el idioma español para palabras con menos sílabas. Según Egan<sup>(27)</sup>, el reconocimiento de palabras aumenta en la medida que las palabras contienen más sonidos. Esto determina una mayor pendiente en las funciones psicométricas a medida que aumenta el número de sílabas. A diferencia de las palabras de Tato et al., que contienen dos sílabas, pero no funcionan de la misma manera que las espondeicas en inglés, ya que, si se omite una sílaba, pierden su significado; las palabras disilábicas en español son, en ese aspecto, comparables a las monosilábicas en inglés<sup>(28)</sup>. En este trabajo, se seleccionaron palabras tetrasilábicas, cada una compuesta por dos palabras de dos sílabas con su propio significado, para mantener esa característica común con las palabras espondeicas.

Para la generación y prueba del material, participó un grupo de 25 sujetos con audición normal. Se ajustaron las primeras curvas psicométricas para las palabras y se ajustó digitalmente cada nivel de palabra para que su umbral medio coincidiera con la PTA media de la muestra (3.3 dBHL). Las palabras para las cuales este ajuste no fue posible, fueron descartadas. En la prueba de concordancia entre el SRT y la PTA, realizada con las palabras seleccionadas (Experimento 2), se encontró un buen acuerdo entre los valores de PTA y SRT para los participantes con audición normal evaluados (diferencia media emparejada entre PTA y SRT para audición normal es de -1.44 dB HL) y también a nivel global, donde el acuerdo es bueno (diferencia media emparejada entre PTA global y SRT es de -2.22 dB HL), con desviaciones mayores para algunos rangos de pérdida auditiva. En la muestra evaluada, no se encontraron diferencias mayores a 4 dB, pero podrían esperarse diferencias mayores si la muestra se amplía para incluir a sujetos que podrían presentar mayores desviaciones debido a problemas cognitivos, pseudohipoacusia o pérdida auditiva funcional, factores que se indican en la literatura como fuentes potenciales de no concordancia entre PTA y SRT en casos individuales<sup>(29)</sup>. La aplicación de este material para evaluar a personas de otras regiones de América del Sur podría alterar la homogeneidad de los resultados, debido a las diferencias alofónicas que pueden surgir entre los dialectos de los locutores y los de los participantes evaluados, debido a diferencias regionales. Estas diferencias existen entre diferentes países y entre regiones del mismo país. Weisleder y Hodgson<sup>(29)</sup> encontraron que los sujetos de origen mexicano mostraron mejores puntajes que los hablantes de otros dialectos del español, en listas de reconocimiento de palabras pronunciadas por un hablante mexicano, especialmente a niveles de intensidad más bajos. Schneider<sup>(30)</sup> examinó tres dialectos del español en niños y no encontró variaciones estadísticamente significativas en los puntajes del Umbral de Reconocimiento del Habla (SRT) de los estos. Estos hallazgos podrían respaldar el uso de este material para hablantes de español en diferentes dialectos.

## Conclusiones

Se introduce un conjunto de material grabado para obtener el SRT en español rioplatense, útil para uso clínico y en investigación. Las 60 palabras psicométricamente equivalentes, demostraron eficacia en una amplia gama de niveles, para medir con precisión el SRT en personas cuya lengua materna es el español rioplatense. Las palabras inclui-

das, muestran pendientes altas, una característica deseable para las mediciones de umbrales, y una buena equivalencia psicométrica entre las palabras. Los SRT obtenidos con este material, mediante los métodos actualmente recomendados, muestran un buen acuerdo con los respectivos PTA para personas con audición normal y diferentes grados de pérdida auditiva.

**Los autores no manifiestan conflictos de interés.**

## Bibliografía

- Katz J. *Handbook of clinical audiology*. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.
- Martin M. *Speech Audiometry*. London: Taylor and Francis; 1987.
- Fournier J.E. *Audiométrie vocale, les épreuves d'intelligibilité et leurs applications au diagnostic, à l'expertise et à la correction prothétique des surdités*. Paris: Maloine; 1951.
- Harris R, Nissen S, Pola M, McPherson D, Tavartkiladze G, Eggett D. Psychometrically equivalent Russian speech audiometry materials by male and female talkers. *International Journal of Audiology*. 2007; 46(1): 47-66.
- DIN 45621-1:1995-08, *Sprache für Gehörprüfung - Teil 1: Ein- und mehrsilbige Wörter. Word lists for recognition tests - Part 1: Monosyllabic and polysyllabic words*.
- De Cardenas M, Marrero Aguiar V. *Cuaderno de Logoaudiometría*. Madrid: UNED; 1994.
- Tato JM, Lorente Sanjurjo F, Bello J, Tato JM. Características acústicas de nuestro idioma. *Revista de la Federación Argentina de Sociedades de Otorrinolaringología*. 2004; 1948-67.
- Kuchman M, Cristiani H. Revisión de los Métodos para la Obtención de la Logoaudiometría. *Revista de la Federación Argentina de Sociedades de Otorrinolaringología*. 2020; 27(3): 30-39.
- Eberhard, David M, Gary F. Simons, and Charles D. Fennig (eds.). 2023. *Ethnologue: Languages of the World*. Twenty-sixth edition. Dallas, Texas: SIL International. Online version: <http://www.ethnologue.com>
- Carlo MA, Wilson RH, Villanueva-Reyes A. Psychometric Characteristics of Spanish Monosyllabic, Bisyllabic, and Trisyllabic Words for Use in Word-Recognition Protocols. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2020; 31(7): 531-546.
- Mendel LL, Pousson M, Bass JK, Lunsford RE, McNiece C. Spanish Pediatric Speech Recognition Threshold Test. *American Journal of Audiology*. 2019; 28(3): 597-604.
- Picard M, Banville R, Barbarosie T, Manolache M. Speech audiometry in noise-exposed workers: the SRT-PTA relationship revisited. *Audiology*. 1999; 38(1): 30-43.
- Tillman TW, Olsen WO. *Speech audiometry*. In J. Jerger (Ed.), *Modern Developments in Audiology*. (2nd ed.) New York: Academic (1972).
- ANSI/ASA S 3.1-1999 (R 2018) *Maximum permissible ambient noise levels for audiometric test rooms*.
- Schütt H, Harmeling S, Macke J, Wichmann F. Pain-Free and Accurate Bayesian Estimation of Psychometric Functions for (Potentially) Overdispersed Data. *Vision Research*. 2016; 122. doi:10.1016/j.visres.2016.02.002.
- Faizi N, Alvi Y. Chapter 6-Correlation. In: Faizi N, Alvi Y, editors. *Biostatistics Manual for Health Research*. Academic Press; 2023. p. 109-126.
- Bland JM, Altman DG. *Agreed Statistics: Measurement Method Comparison*. *Anesthesiology*. 2012;116(1): 182-5.
- Ho J, Tumkaya T, Aryal S, et al. Moving Beyond P Values: Data Analysis With Estimation Graphics. *Nat Methods*. 2019;16: 565-566. doi:10.1038/s41592-019-0470-3.
- Hudgins C, Hawkins J, Karlin J, Stevens S. The Development of Recorded Auditory Tests for Measuring Hearing Loss for Speech. *Laryngoscope*. 1947; 57: 57-89.
- Hirsh IJ, Davis H, Silverman SR, Reynolds EG, Eldert E, Benson RW. Development of Materials for Speech Audiometry. *J Speech Hear Disord*. 1952; 17(3): 321. doi:10.1044/jshd.1703.321.
- Young LL, Dudley B, Gunter MB. Thresholds and Psychometric Functions of the Individual Spondaic Words. *J Speech Hear Res*. 1982; 25: 586-593.
- Wilson WJ, Strouse A. Psychometrically Equivalent Spondaic Words Spoken by a Female Speaker. *J Speech Lang Hear Res*. 1999; 42: 1336-1346.
- Beattie RC, Svihovec DV, Edgerton BJ. Relative Intelligibility of the CID Spondees as Presented via Monitored Live Voice. *J Speech Hear Disord*. 1975; 40: 84-91.
- Ramkissoon I. Speech Recognition Thresholds for Multilingual Populations. *Commun Disord Q*. 2001; 22: 158-162.
- Nissen SL, Harris RW, Jennings LJ, Eggett DL, Buck H. Psychometrically Equivalent Mandarin Disyllabic Speech Discrimination Materials Spoken by Male and Female Talkers. *Int J Audiol*. 2005; 44: 379-390.
- Christensen LK. *Performance Intensity Functions for Digitally Recorded Spanish Speech Audiometry* [master's thesis]. Brigham Young University; 1995.
- Egan JP. *Articulation Testing Methods*. *Laryngoscope*. 1948; 58(9): 955-991. doi:10.1288/00005537-194809000-00002.
- Ventry IM. Pure Tone-Spondee Threshold Relationships in Functional Hearing Loss: A Hypothesis. *J Speech Hear Disord*. 1976; 41(1): 16-22. doi:10.1044/jshd.4101.16.
- Weisleder P, Hodgson WR. Evaluation of Four Spanish Word-Recognition-Ability Lists. *Ear Hear*. 1989; 10(6): 387-92. doi:10.1097/00003446-198912000-00012.
- Schneider BS. Effect of Dialect on the Determination of Speech-Reception Thresholds in Spanish-Speaking Children. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 1992; 23: 159-162.