



Artículo original

# Batería para la evaluación del reconocimiento del habla en pacientes con prótesis auditiva

## *Battery for the speech recognition assessment in patients with auditory prosthesis*

Aronson Leonor<sup>1</sup>, Milone Diego<sup>3</sup>, Martínez César<sup>2</sup>, Estienne Patricia<sup>1</sup>, Tomassi Diego<sup>2</sup>,  
Rufiner Hugo Leonardo<sup>2</sup>, Torres María Eugenia<sup>2</sup>

### Resumen

En este trabajo se presenta un nuevo corpus para la evaluación del reconocimiento del habla en pacientes con prótesis auditiva. El mismo se diseñó para realizar pruebas que permitan la evaluación en ambientes con y sin ruido de fondo, en adultos equipados con audífonos analógicos o digitales, o con implante coclear. El material de habla incluye consonantes en contexto vocálico, monosílabas, bisílabas, transiciones vocálicas y oraciones de uso cotidiano. Esta batería ha sido utilizada para ajustar los parámetros eléctricos de las prótesis mencionadas, como así también para evaluar la eficacia de algoritmos de reducción de ruido, para su posterior aplicación en audífonos digitales. Se describe el diseño de la batería, su registro y posterior procesamiento y se mencionan algunas aplicaciones actuales y perspectivas futuras.

**Palabras clave:** Batería - audífonos - implantes cocleares.

### Abstract

In this work, a new corpus for the speech recognition assessment of patients with auditory prostheses is presented. This corpus was designed to perform tests that allow the evaluation in quiet and noisy environments, in adult patients using analogue or digital hearing aids, or cochlear implants. The speech material includes consonants in vowel context, monosyllabic and disyllabic words, formant transitions and every-day use sentences. This corpus has been used for fitting electric parameters of the above-mentioned prostheses, as well as to evaluate the efficiency of noise reduction algorithms that will be applied to the future design of digital hearing aids. The design of the corpus, the recording procedures and some present and future applications are described.

**Keywords:** battery, hearing aids, cochlear implants.

### Introducción

La Batería de Evaluación para Pacientes con Prótesis Auditiva (BEPPA) (1) fue diseñada para evaluar el reconocimiento del habla en pacientes adultos equipados con audífonos o con dispositivos de implante coclear.

Los audífonos digitales multicanal trabajan sobre técnicas que modelan el comportamiento de la cóclea, permitiendo adecuar el campo auditivo que ofrecen al paciente mediante la manipulación de múltiples bandas de frecuencia y modos de compresión, mejorando de esta manera la percepción y la discriminación del habla. Por otra parte, el implante coclear basa la estrategia de codificación de voz en un procesamiento de la señal acústica que ofrece al paciente una representación espectral de la señal, activando un arreglo de electrodos ubicado a lo largo de la longitud coclear. Cada estrategia de codificación

<sup>1</sup> Doctora en ciencias. Departamento de Implante Coclear. Fundación Arauz

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería - UNER.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias. Hídricas- UNL.

Correspondencia: Dra. en Fonoaudiología Leonor Aronson.  
Larrea 958, 6 Piso. Buenos Aires. Argentina. Tel-Fax  
57780098. Email: leonoraronson@gmail.com

BEPPA: Batería de Evaluación de pacientes con prótesis auditiva.  
Obra inédita no musical, científica - base de datos. Registrada  
en la DNDA.

Expediente N° 347522 - Formulario N° 114568 - fecha 14/02/07.

Fecha de recepción: 05/03/07

Fecha de aceptación: 10/04/07

involucra un conjunto de parámetros que pueden ser ajustados. La evaluación del reconocimiento del habla, utilizando material específico, posibilita que de su análisis se extraigan los datos necesarios para la recalibración de los dispositivos protésicos. Esto significa que los resultados de la evaluación se utilizan para reprogramar el audífono o el procesador de un implante coclear, ofreciendo un campo auditivo más propicio para el reconocimiento de sonidos del habla y comprensión del lenguaje hablado.

En idioma inglés, para evaluar la percepción del habla en niños con hipoacusias perceptivas severas y profundas, se utilizan pruebas tales como ESP (Early Speech Perception) de Moog & Geeres (1), WIPI (Word Intelligibility by Picture Identification) de Ross & Lerman (2), MAIS (Meaningful Auditory Integration Scale) de Robbins y cols. (3), diseñada originalmente para evaluar el uso de las habilidades auditivas de la vida diaria en niños de edad escolar, IT-MAIS (Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale) de Zimmerman-Philips y cols. (4) modificación de la MAIS para ser utilizada en niños pequeños y bebés. Para pacientes adultos postlinguales, se utiliza entre otros el material de Peterson & Leiste (5).

En español rioplatense, para realizar estudios logaudiométricos en adultos y para pruebas de selección y rendimiento de audífonos, se utilizan las listas fonéticamente balanceadas del Dr. Tato (6). La BATHA de Mastroianni y cols. (7), fue diseñada para determinar la candidatura para recibir un implante coclear y para su posterior rehabilitación. Furmanski y cols. (8-10) desarrollaron pruebas de identificación de palabras que permiten estudiar las pistas acústicas del habla en niños con hipoacusias perceptivas severas y profundas. Moreno y cols. (11) desarrollaron una base de datos para el idioma español diseñada para el reconocimiento automático del habla mediante sistemas artificiales.

El material de habla que se expondrá va a permitir asimismo, evaluar algoritmos de reducción de ruido para ser usados en audífonos digitales y/o implantes. Para el estudio de la percepción del habla en ruido, se han diseñado numerosas pruebas: Connected Speech Test, diseñada por Cox (12) y Speech Perception in Noise Test, de Kalikow (13) miden la inteligibilidad del habla en ruido. Para la determinación del umbral de palabra con y sin ruido de fondo, Nilsson y cols. (14) desarrollaron una prueba que utiliza un gran número de oraciones de uso cotidiano fonéticamente balanceadas. Markhman y Hazan (15) desarrollaron una base de datos con el propósito de estudiar la percepción de

la variabilidad y estilos del idioma inglés del sudoeste británico en 45 hablantes adultos y niños.

Las publicaciones que reportan resultados obtenidos con nuevas técnicas de reducción de ruido, en la mayoría de los casos, lo hacen utilizando material de habla en idioma inglés y pocas veces incorporan evaluaciones en múltiples idiomas. Sin embargo, otros trabajos como el de Hansen y Nandkumar (16), muestran la influencia del idioma sobre los resultados obtenidos. Por otra parte, el desempeño de los distintos algoritmos suele ser evaluado sobre un conjunto reducido de frases, muchas veces diferentes y que no siempre reflejan eficazmente las características del idioma.

Con el objetivo de poder evaluar, en pacientes adultos postlinguales, aspectos adicionales tales como contrastes consonánticos, transiciones vocálicas, percepción y discriminación de patrones de entonación, se propone en este trabajo un nuevo corpus. Mediante su adecuada digitalización, este corpus permite además evaluar los aspectos mencionados anteriormente en situaciones controladas de Relación Señal / Ruido (RSR).

El empleo de BEPPA permite, entonces, realizar ajuste en las prótesis auditivas implantables en base a los requisitos auditivos de los pacientes y realizar la comparación de distintas técnicas clásicas de reducción de ruido sobre un material común y propio del español rioplatense. Además, el análisis de la información obtenida en la administración de los distintos subconjuntos de la batería podría guiar el ajuste y el desarrollo de nuevas técnicas de reducción de ruido.

## Material de habla

Se realizaron registros de las voces de 3 hablantes femeninos y 3 masculinos de entre 18 y 45 años, nativos de Argentina, pertenecientes a la región del Río de La Plata. Los sujetos que participaron en los registros son locutores y/o cantantes profesionales.

Los registros se hicieron pronunciando el material en la modalidad de "habla clara". Esto implica, de acuerdo con Liu (17), una menor velocidad de elocución y una mayor fluctuación de la envolvente temporal de la señal de habla. Se ha demostrado que cuando la modalidad de pronunciación pasa de ser "conversacional" a "habla clara", el porcentaje de las respuestas correctas en adultos con pérdidas auditivas muestra un incremento de 17-20% (ibid).

El material de habla que compone la BEPPA consiste en:

1. Consonantes en contexto vocálico con  $V = /a/$
2. Monosílabas

3. *Bisílabas de composición VCCV o CVCCV*
4. *Transiciones vocálicas*
5. *Oraciones de uso cotidiano*

Las listas se han balanceado fonéticamente (con excepción de las de consonantes). Se entiende por listas fonéticamente balanceadas aquellas para las cuales los sonidos que las componen ocurren con la misma frecuencia de aparición con la que lo hacen en una muestra representativa del lenguaje hablado. Según Mendel y Danhaver (18), no existe acuerdo respecto a la utilidad clínica de contar con un material de habla fonéticamente balanceado. Sin embargo, en este trabajo se ha considerado necesario realizarlo para aumentar la validez predictiva de las pruebas, significando con esto la habilidad para asimilar los resultados que con ellas se obtengan, al desempeño de un sujeto en condiciones reales de la vida diaria.

El grupo de monosílabos ha sido balanceado fonéticamente en vocales. El grupo de bisílabas en contexto VCCV tiene asegurada, de acuerdo con Gurlekian (19), la presencia de todos los alófonos del alfabeto SAMPA, para el español rioplatense. Es importante aclarar nuevamente que la BEPPA fue diseñada para realizar pruebas de reconocimiento pero no de producción de habla. Como ya se mencionó, la batería constituye una herramienta para realizar estudios clínicos en sujetos con pérdidas auditivas que utilizan audífonos o prótesis implantables y para validar algoritmos de limpieza de ruido. Por lo tanto, las variaciones dialectales tienen una influencia relativa: si el locutor pronuncia / uβia/ o /λuβia/ el sujeto va a repetir, en la mayoría de los casos, el fonema tal como lo utiliza en su región de origen. De todas formas no se ha observado que la variante regional influya significativamente en los resultados. Para el caso de las listas de oraciones de uso cotidiano también se ha realizado un balance fonético.

El material de este corpus se eligió para poder ser utilizado en pacientes que poseen reconocimiento del habla en listado abierto. Se diseñó y ajustó a través de la experiencia cotidiana durante sesiones de calibración de las mencionadas prótesis auditivas, en pacientes adultos postlinguales. La batería completa consta del material mencionado anteriormente, en versiones de habla limpia y habla ruidosa (con diferentes tipos y cantidades de ruido adicionados artificialmente).

### 1. Consonantes en contexto vocálico: /aCa/

Este ítem está constituido por una lista que contiene una única aparición de cada consonante del español rioplatense en contexto vocálico con la

vocal / a/. Se realizaron los registros acentuando siempre la segunda vocal. Para evitar que los sujetos recuerden el orden de las presentaciones se generaron 3 listas en las que se alteró aleatoriamente el orden de aparición de las elocuciones. Este material se utiliza para medir el reconocimiento de las consonantes a partir de lo cual es posible determinar una matriz de confusión.

### 2. Monosílabas

Se utilizaron 8 listas de 15 monosílabas cada una. Las palabras seleccionadas tienen contenido semántico de uso cotidiano. Debido a la limitación en la cantidad de monosílabas, Tato (6), estas listas sólo han sido balanceadas fonéticamente en vocales, de acuerdo con Quilis (20). Este material ha sido incluido para ser utilizado en pruebas de mayor dificultad, por ejemplo en los casos de pacientes que han alcanzado el máximo nivel de reconocimiento con otro material.

### 3. Bisílabas de composición VCCV o CVCCV

El material se compone de 6 listas de 10 palabras cada una, con todas las posibles combinaciones de vocales y consonantes con contenido semántico. Este material introduce una dificultad adicional respecto al grupo VCV y completa, Quilis (21) la aparición de todos los alófonos de nuestro idioma.

### 4. Transiciones vocálicas

Este ítem consta de 10 listas de 19 palabras cada una, que contienen todas las transiciones posibles entre vocales de uso cotidiano en el idioma español. La transición / ou/ no es de uso corriente por lo que no figura en el listado. Una de las posibles aplicaciones de estas listas es evaluar la influencia de la velocidad de estimulación en el reconocimiento de transiciones para las distintas estrategias de codificación de la voz en los sistemas de implante coclear. Las transiciones resultan ser una pista acústica relativamente importante para la inteligibilidad del habla, por lo que esto también resulta de interés para la evaluación de técnicas de limpieza de ruido.

### 5. Oraciones de uso cotidiano

Se construyeron 18 listas de oraciones que contienen sentencias enunciativas, exclamativas e interrogativas cada una con 10 oraciones con único grupo de entonación (OUGE) y 18 listas de 10 oraciones con múltiples grupos de entonación (OMGE). Se entiende por grupo de entonación, Quilis (20) la porción de discurso delimitada por pausas o inflexiones de la frecuencia fundamental, que

configura una unidad sintáctica más o menos larga o compleja. Las oraciones constituyen un material de lenguaje básico, utilizado en la comunicación casual, controladas de modo tal que los resultados de su aplicación no se vean afectados por el nivel sociocultural de los sujetos. Las listas están fonéticamente balanceadas. La aplicación de este ítem permitirá conocer el manejo que de la información suprasegmental, hace el sujeto bajo prueba.

### Grabación y procesamiento digital

Las grabaciones se realizaron en una cámara anecoica. Dicha cámara, Aronson y cols. (22), tiene una dimensión de 3,75 x 3,00 m y sus paredes exteriores son dobles. La disminución de la reverberación se logró colocando 3 capas de lana de vidrio de distintas densidades. La reverberación resultante es menor a 170 ms por debajo de los 400 Hz, menor a 100 ms hasta los 800 Hz y menor a 20 ms para frecuencias superiores.

Los registros se realizaron con un micrófono Shure SM58, ubicado a unos 15 cm de la boca del locutor. El SM58 es un micrófono dinámico unidireccional, diseñado especialmente para registros de voces. Las voces se digitalizaron con una placa de adquisición de sonidos profesional Turtle Beach Multisound FIJI, con una resolución de 20 bits, a una frecuencia de muestreo de 48 kHz.

Una vez registrado cada hablante, se separó el material según los grupos que se indican en el apéndice. Cada conjunto de elocuciones fue revisado para detectar y eliminar, posibles repeticiones por error del locutor. Se insertaron y/o eliminaron silencios donde fue necesario, a fin de mantener aproximadamente constante la separación temporal entre emisiones. Finalmente, se normalizaron las amplitudes de pico de todas las emisiones a una potencia de -3 dB (en relación con el máximo nivel dado por la cuantización) para aprovechar el rango dinámico al momento de combinar el habla limpia con ruido. Además, de esta forma se evita la pérdida de información durante la grabación en formato audio-CD, ya que este proceso requiere una resolución máxima de 16 bits.

A cada grupo de elocuciones se le sumaron cantidades controladas de ruido blanco, rosa y murmullo de la base de datos NOISEX, de Varga y Steeneken, (23), con RSR de -5, 0, 5, 10 y 15 dB. El ruido blanco de esta base de datos tiene asegurada igual energía en cada banda de frecuencia y fue digitalizado a partir de un generador de alta calidad.

El mismo equipo fue utilizado para generar el ruido rosa, asegurando igual energía cada 1/3 de octava. Estos registros se realizaron con una resolución de 16 bits y una frecuencia de muestreo de 19.980 Hz.

Antes de realizar la mezcla del ruido y la voz, se remuestrearon ambas señales a 44.100 Hz y se redujo la resolución de la señal de voz limpia a 16 bits según Oppenheim y Schaffer (24). A partir de la energía total de cada lista de elocuciones y de la energía del ruido correspondiente, se calculó el coeficiente de amplificación para el ruido según la expresión:

$$A^2 = \frac{E_V}{E_R} 10^{\frac{RSR}{10}}$$

donde  $A$  es el coeficiente de amplificación,  $E_V$  es la energía de la señal de voz y  $E_R$  es la energía del ruido. Luego se promedió punto a punto la señal de voz limpia y el ruido amplificado, obteniendo así el archivo mezclado para cada tipo y nivel de ruido.

### Consideraciones generales acerca del uso de la BEPPA y aplicaciones

Se considera que el habla es audible si el paciente con pérdida auditiva es capaz de detectarla. El habla es inteligible, en cambio, si el paciente es capaz de discriminar las características de cada fonema a la velocidad del habla fluida. Las confusiones entre fonemas generan habla no inteligible: las vocales y las consonantes deben estar disponibles acústicamente y su percepción balanceada. En este sentido, el corpus se diseñó teniendo como principal objetivo disponer de una herramienta clínica para optimizar el reconocimiento del habla en sujetos que utilizan prótesis auditivas, con especial énfasis en situaciones de ambiente ruidoso.

El mecanismo de selección de los ítems a evaluar y la metodología de evaluación quedan sujetos al criterio profesional de aplicación y a las condiciones particulares del paciente objeto del estudio. No todas las condiciones y pruebas son aplicables a todos los casos, pero la versatilidad de la batería reside en su disponibilidad.

El soporte de la BEPPA está compuesto por un conjunto de CDs en formato audio donde en pistas separadas se consignan las listas de elocuciones, en sus diferentes versiones de habla limpia y ruidosa. Voces masculinas y femeninas, así como tipos de ruido, se organizan en distintos discos. La batería incluye también formularios para el registro de las respuestas, así como indicaciones para la adecuada ubicación del sujeto en estudio respecto a los



altavoces de salida del equipo empleado en la reproducción.

En los formularios es posible consignar, por ejemplo, si las presentaciones son con o sin repetición, con o sin entrenamiento, o si en las respuestas hay sustitución de vocales, de consonantes o de ambas. En la prueba de transiciones vocálicas, se sugiere consignar como positiva la respuesta en la cual la transición sea reconocida aun cuando la palabra no lo sea (por ejemplo, *pausa* por *causa*). Se sugiere tomar como básicos el material enumerado en los puntos 1, 4 y 5 y complementar si es necesario con los puntos 2 y 3.

Entre las aplicaciones actuales, se mencionan la calibración de audífonos digitales en pacientes adultos con hipoacusias medias a severas uni o bilaterales y la calibración de implantes de cóclea.

Los audífonos digitales que disponen de varios canales permiten realizar ajustes independientes en cada canal, proveyendo una ganancia y compresión de la señal de salida, de modo de compensar el perfil audiométrico del paciente. Los circuitos individuales de cada banda facilitan la modificación del ancho de cada banda y su respuesta en frecuencia y las características dinámicas de la compresión y la ganancia, que van a adaptarse al rango dinámico del paciente. Los resultados obtenidos utilizando la BEPPA han permitido ajustar la respuesta en frecuencia de cada banda y determinar el grado y el modo de compresión de la señal, para restablecer la comunicación afectada por la pérdida auditiva.

En una prótesis coclear, cada filtro está asociado a un electrodo y cada electrodo va a ser estimulado cuando la señal de entrada contenga componentes de frecuencia en la banda correspondiente a cada electrodo. Es decir, hay una asignación frecuencia-electrodo que trata de asimilar el comportamiento tonotópico de una cóclea normal. La percepción de cada fonema del habla interesa una zona determinada de la cóclea, que será la que corresponda a la banda de frecuencias asignada a cada electrodo. Así, por ejemplo la /s/ excitará regiones basales de la cóclea y la /m/ regiones apicales. La percepción depende entre otros factores de la experiencia del paciente, del tiempo de privación de la audición, de los rangos dinámicos de cada electrodo y de la banda asignada a cada canal. La BEPPA se utiliza en pacientes con implante coclear para modificar los parámetros de la calibración del procesador de sonidos en función de los resultados que se obtienen al administrar diversas pruebas de la batería. Por ejemplo, la matriz de confusión de consonantes que resulta de administrar el conjunto /aCa/ permite corregir la asignación de bandas y/o rangos dinámicos y ecualizar la

percepción de cada electrodo al nivel de máximo de confort.

La alta velocidad de estimulación puede ofrecer una mejor resolución temporal de la señal, lo que significa una mejor representación de las variaciones temporales finas del habla. Numerosas investigaciones, Brill (25), Brill y cols. (26), Dorman y Loizon (27), Aronson y cols. (28), Fu y Sjannon (29), han puesto de manifiesto la influencia de la velocidad de estimulación en el reconocimiento del habla. En pruebas de reconocimiento de oraciones de uso cotidiano, en las que el contexto semántico compensa el decremento eventual de las pistas temporales, la velocidad de estimulación juega un rol menor.

Atendiendo a este aspecto se incorporaron en la batería, consonantes, y en especial transiciones vocálicas. Estas mismas pruebas se han utilizado para estudiar el reconocimiento del habla vía teléfono, en pacientes adultos implantados.

Otra aplicación de la BEPPA ha sido la evaluación de un paciente con implante coclear bilateral. Una de las ventajas de la implantación bilateral consiste en la mejor percepción del habla en situaciones de ruido ambiente. Por lo tanto, con el propósito de estudiar la influencia en el reconocimiento del habla introducida por el uso de implante bilateral, se administró la batería, Aronson y Arauz (30), utilizando diferentes RSR.

Actualmente se utiliza este corpus para la optimización de los "mapas de ruido" que utilizan pacientes adultos con implante coclear, en sus procesadores con múltiples programas (trabajo en preparación).

La batería también ha sido utilizada (31) para evaluar el desempeño de algoritmos monoaurales clásicos de reducción de ruido en señales de voz. El material de BEPPA contaminado con distintas condiciones de ruido fue procesado por técnicas como sustracción espectral, Berouti y cols. (32); Boll (33); Deller y cols. (34); Vaseghi (35), filtrado de Wiener, Deller y cols. (34); Vaseghi (35) y las reglas de supresión de Ephraim-Malah (36-37). La inteligibilidad y la calidad del habla resultante se evaluaron posteriormente por medio de pruebas subjetivas y de distintas medidas objetivas seleccionadas al efecto. Para las pruebas subjetivas los oyentes fueron elegidos de forma que poseyeran audición normal, comprobada mediante los exámenes fonoaudiológicos correspondientes. Los resultados de estas pruebas permiten no sólo cuantificar y comparar el desempeño de las distintas técnicas, sino también obtener información relevante sobre su comportamiento ante señales de voz con características definidas. Por otra parte, el análisis de la correlación entre estos resultados y los obtenidos por las medidas objetivas permite definir

cuáles de estas medidas predicen mejor las calificaciones que aportaría un grupo de personas. Esto resulta de interés para reducir el tiempo y los costos de las pruebas y también para guiar el ajuste de parámetros durante el desarrollo de nuevos algoritmos.

La extensión y las características del material de BEPPA garantizan que los resultados obtenidos sean realmente significativos en el marco del español rioplatense.

### Trabajos futuros y otras aplicaciones

La batería ha resultado de utilidad a los fines para los que fue diseñada. Las primeras versiones de la BEPPA se fueron modificando, expandiendo y adaptando en la medida en que se estudiaba la viabilidad y la utilidad de su aplicación y las dificultades y/o necesidades de los sujetos bajo prueba. Se amplió cuando se vio que era necesario incluir material con mayor dificultad y se adaptó cuando se vio que algunas palabras o expresiones representaban reiteradas dificultades.

En relación con la evaluación de algoritmos de supresión de ruido para audífonos digitales, hasta el momento se han efectuado pruebas sólo sobre sujetos normoyentes. El objetivo principal es extender estos estudios a sujetos hipoacúsicos a fin de evaluar el desempeño de estos algoritmos cuando se utilizan como preprocesados en el diseño de prótesis auditivas. Estas pruebas permitirán además comparar la capacidad de predicción de las medidas objetivas de evaluación cuando se aplican a pacientes hipoacúsicos, validación que no se encuentra actualmente en la bibliografía.

Las modificaciones que se han podido efectuar en la especificación de los parámetros eléctricos de un procesador de sonido de un sistema de implante han llevado a la formulación de experiencias adicionales en el trabajo con pacientes. Se plantea el desarrollo de un software para la adaptación automática de los rangos dinámicos en un implante coclear, en el que la administración del corpus BEPPA va a permitir la validación de los planteos.

Las novedades que se introducen en esta batería respecto a las ya existentes, van a posibilitar la realización de experiencias con objetivos más específicos y estudiar los efectos que en el reconocimiento del habla ejerce la presencia controlable del ruido.

### Conclusión

La BEPPA es un corpus que viene a cubrir una necesidad en lo referente a material de habla en español rioplatense, para evaluar sujetos adultos con prótesis externas o implantables, con la incorporación de un material rico y variado que puede ser

administrado en diferentes condiciones de ruido. La alta calidad de los registros de la BEPPA, el procesamiento al que ha sido sometido el material de este corpus, su digitalización y presentación en formato audio-CD, representan una importante innovación en este campo y permiten su uso y aplicación por otros investigadores.

### Apéndice: Presentación parcial de las listas de elocuciones por categoría

#### Consonantes en contexto vocálico /aCa/

asa
ama
ala
ana
afa
aja
apa
aba
ada
aca
ata
aga
arra
ara
acha
aña
aya

#### Monosílabas MS

MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	MS6	MS7	MS8
mar	flan	sal	tal	soy	pus	cruz	muy
sed	yen	doy	ser	des	tan	pan	chal
paz	ron	sol	ni	cual	en	vals	dar
ven	pez	gel	dos	hay	do	yen	gen
gran	gol	luz	tez	rock	te	ten	mas
red	res	ras	can	fui	sin	ni	les
crin	gas	vez	fax	míel	los	es	diez
ley	vil	mil	bol	del	sor	te	tos
san	tres	que	tras	sus	bar	den	re
vil	mes	clan	rey	voy	el	cual	gris
tul	fin	yo	si	don	pis	clon	vil
flor	fray	che	seis	van	fiel	gran	cal
voz	con	vas	fe	ya	zar	pi	cien
ron	mal	ver	mol	sin	me	pro	por
tren	tu	gil	sur	prez	cual	pe	rol

#### Bisílabas de composición VCCV o CVCCV (6 listas)

BS1	BS5	BS2	BS4	BS3	BS6
asma	penca	toldo	palma	alba	Congo
alma	perla	alza	senda	urde	ganga
asta	lanza	alta	manco	donde	mango
orca	parca	olmo	banco	asco	parva
isla	yergue	urbe	banda	herpe	lerda
arma	pista	onza	cerca	arpa	canto
alga	peste	anca	ronca	horma	carta
ente	palta	inca	limbo	unta	bomba
onda	colmo	arca	campo	cansa	culpa
este	yunta	erke	busca	cárcel	calza



**Transiciones vocálicas TV**

TV1	TV2	TV3	TV4	TV5	TV6
aéreo	saeta	paella	maestra	maestro	aeropuerto
aire	caimán	baile	Braile	aislado	zaino
ahora	aorta	ahogo	Mahoma	caos	zanahoria
auto	ausente	cauto	Paula	audaz	austral
real	fea	leal	Leandro	peaje	pelea
veinte	seis	reina	habéis	aceite	treinta
león	reo	peón	meollo	leopardo	trofeo
deuda	reuma	seudo	rehúsa	neurona	Europa
piano	diario	viaje	diamante	diablo	siamesa
hielo	hielo	miedo	quiero	cierre	cierto
diosa	viola	Rioja	camión	piola	silencio
ciudad	diurno	viudo	ciudad	triunfo	diurético
almohada	proa	boato	Croacia	boa	loa
cohete	roedor	poeta	bohemia	enmohecido	poema
boina	oigo	troica	Moirá	Zoilo	mohín
suave	cuatro	cuadro	suave	guante	guapo
pueblo	suelo	nuevo	huevo	abuela	juego
huida	buitre	huida	cuidar	ruido	suizo
acuoso	ambiguo	duodeno	antiguo	amortiguo	infructuoso

**Oraciones con Múltiples Grupos de Entonación (OMGE) (4 listas)**

OMGE 1	OMGE 2
¿Es demasiado pesado, no?	De pronto se cayó toda la estantería.
¿Tomaste el remedio o te olvidaste?	En silencio, se retiraron todos.
¿Los niños se durmieron; te diste cuenta?	¿Te vas a acordar de avisarme?
¿Qué problema terrible, no te parece?	Entonces, no me preguntes más.
El dolor fue muy grande, pero duro poco.	¿Podrías fijarte quién es y apagar la luz?
Amaneció nublado pero a la tarde, se despejó.	En mi opinión, no merece el premio.
La autopista estaba vacía pero de todos modos, llegamos tarde.	Si querés que te escuche, hablá más fuerte.
Cerraron el museo así que no pude ver nada.	Se pinchó una rueda y no teníamos repuesto.
La carne está cruda y a mí así no me gusta.	El maestro, dijo con tristeza, está enfermo.
¿Recordás el número o me tengo que fijar?	Una después de otra, todas las piedras cayeron al agua.

**Oraciones con un Único Grupo de Entonación OUGE**

OUGE 1	OUGE 2	OUGE 3
Sesenta gramos ¿Te gustó?	Dale la sal. Setenta gramos	¿A qué hora es?
¿Quién vino?	¿Se mojó?	¿Cuánto pagaste?
Me queda grande.	¿Qué interesante!	Ahora no puedo.
Sonó el teléfono.	¿Te divertiste?	¿Cuándo vas a venir?
Dame la sal.	Está muy claro	¿Quién habla?
Prestame el lápiz.	¿Qué barato!	Cuando vos quieras.
¿Qué porquería!	¡Dejate de molestar!	Por favor avisame.
¿Estás impresionado?	Andá a dormir.	Me parece que no.
¿Ya volvió?	¿Compraste dos kilos?	Te llamo más tarde.
		¿Dónde fuiste?

OMGE 3	OMGE 4
No puedo entenderlo si hablas tan rápido.	Vimos los resultados y no nos pareció justo.
Supongo que no llegó porque no me ha llamado.	Se suspendió el partido porque no había público suficiente.
Otra historia tan mala y cierran la editorial.	¿No te dijeron que no se puede?
A medida que nos alejamos, me parece más terrible.	¿Le avisaste que no llegó el envío?
Dejamos las ventanas abiertas para que entre el sol.	A cada rato me parece recordar su voz.
¿Está seguro de haberlo puesto ahí?	El mensaje no llegó a pesar de la urgencia.
Aunque quisiera, no puedo recordarlo.	En la juventud, solíamos encontrarnos para charlar y tomar café.
Ni me interesa ni quiero que se hable de ello.	Nunca imaginé tanta complicación.
No puedo creer que ya esté recuperado.	El día que se quemó la casa, nadie estaba dentro.
¿Te dejaron salir a pesar de tu fiebre?	¿Quién autorizó que se abrieran las puertas?

OUGE 4	OUGE 5	OUGE 6
Avisame cuándo volvés.	¡No puede ser!	¿Llueve?
No me gusta.	Cuidate mucho.	¿Qué hora es?
No tengo ganas.	¡Vos estás loca / o!	No me gustó.
¿Volvió temprano?	Estoy muy cansada / o.	No le gustó.
No me des.	No me importa.	No te gustó.
¡Feliz cumpleaños!	No te escucho.	¿Quién llamó?
El fuego se apagó.	¿Quién te lo dijo?	¡Qué asco!
Me parece que sí.	¿Te molesta?	¿Qué pasó?
Muchas gracias	El juego se acabó.	Mañana voy a verte.
¡Te felicito!	No le des.	No les des.

**Referencias**

1. Moog, JS y Geers, AE 1990. *Early Speech Perception Test for profoundly hearing-impaired children*. St. Louis: Central Institute for the Deaf.
2. Ross, M y Lerman, J 1979. *A picture identification test for hearing impaired children*. *Journal of Speech and Hearing Research*, 13, 44-53.
3. Robbins AM, Renshaw JJ, y Berry SW. 1991. *Evaluating meaningful auditory integration in profoundly hearing-impaired children*. *Am J Otol*. 12 Suppl: 144-50.
4. Zimmerman-Phillips, S, Robbins, AM, y Osberger, MJ. 2001. *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale*. Sylmar, Calif: Advanced Bionics Corp.

5. Peterson GE y Lehiste I. 1962. Revised CNC lists for auditory tests. *J Speech Hear Disord.* Feb;27, 62-70.
6. Tato, JM. 1949. Características acústicas de nuestro idioma. *Revista Otolaringológica*, 1:17-34.
7. Mastroianni, S, Aronson, L., Arauz, S. 1988. Bateria de Habilidad Auditiva (BATHA): programa de selección y rehabilitación para pacientes con implante coclear. *Otolaringológica*, XV:13-56.
8. Furmanski, HM, Flandin, MC, Howlin, MJ, Sterin ML, Yebra, S. (1997) P.I.P. Pruebas de Identificación de Palabras. *Fonoaudiológica*, 43, Nº 2.
9. Furmanski, HM, Berneker, C, Levato, MA y Oderigo, M. 1999. PIP-S: Prueba de Identificación de Palabras a través de Suprasegmentos. *Fonoaudiológica*, 45, Nº 2: 14-24.
10. Furmanski, HM y Yebra, S. (2003) PIP-V: Prueba de Identificación de Palabras a través de Vocales. *Fonoaudiológica*, 49, Nº 2: 54-57.
11. Moreno, A, Poch, D, Bonafonte, A, Lleida, E, Llisterra, J, Mariño, JB, y Nadeu, C. 1993. Albayzin Speech Database : Design of the Phonetic Corpus. Universitat Politècnica de Catalunya, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. *Proceeding of EUROSPEECH '93, Third European Conference on Speech Communication and Technology.* Berlin, Germany: 175-178.
12. Cox, RM, Alexander, GC, y Gilmore, C. 1987. Development of the Connected Speech Test (SCT). *Ear and Hearing*, 8(5): 119s-126s.
13. Kalikow, DN, Stevens, KN, y Elliot, LL. 1977. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J. Acoust. Soc. Am*, 61: 1337-1351.
14. Nilsson, M, Soli, SD, y Sullivan, JA 1993. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J. Acoust. Soc. Am*, 95(2):1085-1099.
15. Markham, D., Hazan, V. 2002. UCL Speakers Database. *En Speech, Hearing and Language: work in progress, Volume 14.*
16. Hansen, JHL y Nandkumar L. 1995. Objective Speech Quality Assessment and the RPE-LTP Coding in Different Noise and Language Conditions. *J. Acoust. Soc. Am*, 97(1), 609-627.
17. Liu, S, Del Río, E, Bradlow, AR, y Zeng, FG. 2004. Clear speech perception in acoustic and electrical hearing. *J. Acoust. Soc. Am*, 116 (4):2374-2383.
18. Mendel, LL y Danhauer, JL. 1997. *Audiologic Evaluation and Management and Speech perception Assessment.* Singular Publishing Group.
19. Gurlekian, JA, Colantoni, L y Torres, HM. 2001. El alfabeto fonético SAMPA y el diseño de Corpora fonéticamente balanceados. *Fonoaudiológica* 47 Nº 3: 58-69.
20. Quilis, A. 1993. *Tratado de Fonología y Fonética Españolas.* Ed Gredos. Serie Biblioteca Románica Española, Madrid.
21. Quilis, A. 1985. *El comentario fonológico y fonético de textos. Teoría y práctica.* Madrid: Arco/Libros.
22. Aronson, L, Gamero, L, Martínez, C, Milone, D, Di Persia, L, Rufiner, HL., Tochetto, D, Torres, H, y Torres, M. 2001. Sistema de reconocimiento automático del habla. *Proyecto de Investigación y Desarrollo PID 6036, FI-UNER.*
23. Varga, A, y Steeneken, H 1993. Assessment for automatic speech recognition: NOISEX-92: A database and an experiment to study the effect of additive noise on speech recognition systems. *Speech Communication*, 12(3):247-251.
24. Oppenheim, AV y Schaffer, RW 1989. *Discrete-Time Signal Processing.* Prentice-Hall Inc.
25. Brill, SM. Influence of number of channels and stimulation rate on performance with the CIS strategy as implemented in the COMBI-40. 1995. *Presentado en el 3º International Congress on Cochlear Implant.* Paris.
26. Brill, SM, Gstottner, W, Helms, J, Ilberg, CV, Baumgartner, W, Muller, J. 1997. Optimization of Channel Number and Stimulation Rate for the Fast Continuous Interleaved Sampling Strategy in the COMBI 40+. *The American Journal of Otology*, 18:S104-S106.
27. Dorman, MF, y Loizou, PC. 1997. Speech intelligibility as a Function of the Number of Channels of Stimulation for Normal-Hearing Listeners and Patients with Cochlear Implants. *American Journal of Otology*, 18:S113-S114.
28. Aronson, L, Cansler, A, y Alietti, M. 2000. Percepción del habla variando el número de electrodo activos y la velocidad de estimulación por canal en pacientes con prótesis coclear con estrategia CIS. *Otolaringológica*, XXII:21-20.
29. Fu, Qj y Shannon, RV. 2000. Effects of stimulation rate on phoneme recognition by Nucleus 22 cochlear implant listeners. *J. Acoust. Soc. Am*, 107(1): 589-597.
30. Aronson, L, y Arauz, SL. 2005. Implante Coclear Bilateral en Escala Vestibular en oído derecho y Escala Timpánica en oído izquierdo: Reporte de un caso. *Otolaringológica* XXVII:16-26.
31. Tomassi, DR, Aronson, L, Martínez, CE, Milone, DH, Torres, ME y Rufiner, HL. 2005. Evaluación de técnicas clásicas de reducción de ruido en señales de voz. XV Congreso Argentino de Bioingeniería. SABI 2005.
32. Berouti, M, Schwartz, RY, Makhoul, J. 1979. Enhancement of speech corrupted by acoustic noise. *Proc. of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing:* 208-211.
33. Boll, SF. 1979. Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol. 27, No 2: 113-120.
34. Deller, J, Proakis, J, y Hansen, J. 1993. *Discrete Time Processing of Speech Signals.* Prentice Hall.
35. Vaseghi, SV. 2000. *Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction*, 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley & Sons.
36. Ephraim, Y y Malah, D. 1984. Speech enhancement using a minimum mean-square error short time spectral amplitude estimator. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 32:1109-1121.
37. Ephraim, Y y Malah, D. 1985. Speech enhancement using a minimum mean-square error log-spectral amplitude estimator. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol. 33:443-445.