

Revista Española de Lingüística

Órgano de la Sociedad Española de Lingüística

RSEL

45|1

Enero-Junio
2015

Edita
SeL

REVISTA ESPAÑOLA DE LINGÜÍSTICA
(RSEL)
45/1

Edita

SeL

REVISTA ESPAÑOLA DE LINGÜÍSTICA (RSEL)

ISSN: 0210-1874 · eISSN: 2254-8769

Depósito Legal: M-24.769-1971

DIRECTOR DE HONOR: D. Francisco Rodríguez Adrados (RAE y RAH).

DIRECTOR: Juan Antonio Álvarez-Pedrosa Núñez (UCM).

SECRETARIO: Luis Unceta Gómez (UAM).

CONSEJO DE REDACCIÓN: Montserrat Benítez (CSIC), José Antonio Berenguer (CSIC), Joaquín Garrido (UCM), Juana Gil Fernández (CSIC), Salvador Gutiérrez Ordóñez (U. León y RAE), Antonio Hidalgo (U. Valencia), Patricia Infante (CSIC), Manuel Leonetti (U. Alcalá), Eugenio Luján (UCM), Victoria Marrero (UNED), Ventura Salazar (U. Jaén), Esperanza Torrego (UAM).

CONSEJO ASESOR: Alberto Bernabé (UCM), Margarita Cantarero (SEL), Ramón Cerdá (UB), Victoria Escandell (UNED), Marina Fernández Lagunilla (UAM), José Manuel González Calvo (U. Extremadura), Emma Martinell (UB), Juan Carlos Moreno Cabrera (UAM), Gregorio Salvador (RAE), José Carlos de Torres (SEL), Jesús de la Villa (UAM).

A partir del número 38 (2008) la Revista Española de Lingüística ha recuperado el formato de dos fascículos al año, con periodicidad semestral. Los trabajos enviados para su publicación han de dirigirse al Secretario de la revista. Deberán ser originales e inéditos y ajustarse a las normas que aparecen en el número 38/2, así como en la página web de la Sociedad Española de Lingüística. Todos los trabajos son sometidos al dictamen de al menos dos evaluadores designados por el Consejo de Redacción, mediante informes de carácter confidencial.

Los derechos de publicación y difusión, bajo cualquier forma, son propiedad de RSEL. Todo texto publicado en la revista obliga a sus autores a no cederlo a terceros, sin autorización previa de la revista, quien sí queda autorizada a comercializarlo, debiendo entregar, en este caso, el 50% de los beneficios obtenidos a sus autores.

REDACCIÓN: Sociedad Española de Lingüística, Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC, c/ Albasanz, 26 - 28, 28037 Madrid. Correo electrónico: secretarioRSEL@gmail.com. <<http://www.sel.edu.es/>>

DISEÑO Y COMPOSICIÓN: Carmen Chíncoa & Carlos Curiá (produccionRSEL@gmail.com)

SERVICIOS DE INFORMACIÓN: Los contenidos de la RSEL son recogidos sistemáticamente en *Bibliographie Linguistique / Linguistic Bibliography*, *CINDOC – Base de datos Sumarios ISOC, CSA – Linguistic and Language Behavior Abstracts, Dialnet, Francis, Modern Language Association (MLA) Bibliography*.

ÍNDICE 45/1 (2015)

INTRODUCCIÓN

Nuevas aportaciones al estudio de la percepción del habla7
JUANA GIL - EUGENIA SAN SEGUNDO

ARTÍCULOS

Implicaciones perceptivas de la variación: la fricativa labiodental25
BEATRIZ BLECUA FALGUERAS - ASSUMPCIÓ ROST BAGUDANCH

La percepción de la cualidad de voz y los estereotipos vocales45
MARIANELA FERNÁNDEZ TRINIDAD

La prosodia audiovisual de la ironía verbal: un estudio de caso73
SANTIAGO GONZÁLEZ FUENTE

¿Son distintos el creak y la voz creaky?: Estudio perceptivo preliminar105
PATRICIA INFANTE

La percepción del habla en ruido: un reto para la lingüística129
y para la evaluación audiológica (estudio experimental)
VICTORIA MARRERO-AGUIAR

Percepción de los enunciados interrogativos de duda y de enfado153
sin apoyo visual en alumnos chinos de ELE
SÍLVIA PLANAS-MORALES

Percepción y evaluación de la pronunciación del español como L2175
ENRIQUE SANTAMARÍA BUSTO

ARTÍCULOS

LA PERCEPCIÓN DEL HABLA EN RUIDO: UN RETO PARA LA LINGÜÍSTICA Y PARA LA EVALUACIÓN AUDIOLÓGICA (ESTUDIO EXPERIMENTAL)*

VICTORIA MARRERO-AGUIAR
IMIENS

Universidad Nacional de Educación a Distancia

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de un proyecto de investigación entre el Programa Infantil Phonak y la UNED, cuyo objetivo fue desarrollar materiales para evaluar la capacidad para discriminar el habla en ruido por parte de niños con pérdida auditiva. En ese marco, se aborda la relación entre inteligibilidad del habla (tanto en estilo normal como en habla hiperarticulada, consecuencia del llamado efecto Lombard) y la discriminabilidad de la señal en el ruido producido por personas hablando simultáneamente (*multi-speaker babble noise*). Hemos contado con dos grupos de sujetos, el de control, 40 niños con audición normal, y el experimental, 23 niños con hipoacusia, diferenciando, en este último, los que sufren una pérdida severa de los que la sufren profunda, y los que cuentan con prótesis auditivas o implante único implante y los que cuentan con implantación binaural, que obtuvieron más beneficios del habla hiperarticulada incluso que el grupo de control. Finalmente, se consideran los resultados en relación con la percepción multimodal del habla y la lectura labial en la hipoacusia.

Palabras clave: percepción del habla; discriminación auditiva; inteligibilidad; habla clara; efecto Lombard; ruido multihablante; evaluación audiológica; audiometría verbal en ruido; implante coclear.

ABSTRACT

The results of a research project between the Programa Infantil Phonak and the UNED are presented in this article. The aim of the Project was to develop a speech-in-noise test

* Agradecemos la colaboración de las siguientes personas en los distintos pasos de la elaboración del trabajo: en primer lugar, y de forma imprescindible, Juan Carlos Calvo y Mariana Maggio, del Programa Infantil Phonak, sin cuya participación entusiasta y constante no habría siquiera nacido este proyecto. Marcelo Rodríguez y Nuria Polo de la UNED; Helena Alves del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Clara Hernández del Colegio Tres Olivos; Silvia Marro del CREDA Jordi Perelló; Rafaela Verdú del Centro Audiológico Sensori y todos los niños que han participado y a sus familias. Por último, pero no menos importante, a los dos revisores anónimos de la *RSEL*, cuyos comentarios han mejorado indudablemente este trabajo.

in Spanish for children. In this frame, we consider the relation between intelligibility of the speech (both in normal style and in hyper-articulated speech, consequence of the so called Lombard effect) and the discriminability of the signal in multi-speaker babble noise. Our control group is composed by 40 normal-hearing children, and the experimental group is composed by 23 hypoacusic children. In the latter, the results were different for those suffering from severe hearing loss (with auditory prosthesis) *versus* those suffering from profound hearing loss (mostly implanted), but also from children having one cochlear implant or two. This latter group obtained more benefits of the clear speech even than the control group. Finally, the results are discussed in relation with the multimodal perception of the speech and the lip-reading in the auditory loss.

Keywords: speech perception; auditory discrimination; intelligibility; clear speech; Lombard effect; multi-speaker babble noise; audiological evaluation; speech audiometry; Spanish speech-in-noise test; cochlear implant.

RECIBIDO: 07/04/2014

APROBADO: 16/02/2015

1. INTRODUCCIÓN

Este apartado sintetiza algunos aspectos relevantes para el estudio de los efectos del ruido sobre el habla y de los mecanismos perceptivos que nos permiten afrontar la tarea de decodificar el mensaje lingüístico en condiciones adversas (cf. Marrero-Aguiar, Rodríguez-Cruz e Igualada-Pérez 2014, para una exposición más detallada), resumiendo las razones que, sumadas a su aplicación clínica, hacen de su análisis un objeto de estudio relevante para la lingüística.

1.1. *El ruido y sus efectos sobre el habla*

El ruido es cualquier sonido molesto o indeseado (Namba, Kuwano y Schick 1986), por tanto, solo la percepción subjetiva determina que un sonido se convierta en ruido. Aunque existen muchas taxonomías para clasificarlos y muchos tipos de ruidos, nos centraremos en los que mayores interferencias producen para el reconocimiento del habla: precisamente los generados mediante habla, que encontramos cuando diferentes conversaciones se superponen. Para su utilización con fines de investigación se suele distinguir entre los siguientes:

- El ruido-multihablante (*multitalker babble*), se genera a partir de grabaciones humanas de forma similar a la superposición de conversaciones. Su nivel de inteligibilidad depende, entre otros factores, del número de locutores que se haya superpuesto para crear el estímulo: dos, cuatro, seis, del mismo sexo, de ambos... (Wilson 2003). Existe un cierto debate sobre los efectos de utilizar un ruido creado

con conversaciones de una lengua sobre una señal en otra; Hoen y otros 2007 ponen de manifiesto que no solo factores fónicos particulares de cada lengua (como la base de articulación, el predominio de sonidos anteriores o posteriores), o prosódicos (tipo de acento, patrones entonativos), sino incluso el contenido léxico y semántico de los fragmentos de habla utilizados para la creación de ruido pueden alterar sus efectos. La influencia de la lengua en la que se construye el ruido multihablante sobre sus efectos como máscara de la señal lingüística ha sido puesta de manifiesto para el contraste danés-sueco por Rhebergen y otros 2005, inglés-chino por Van Engen y Bradlow 2007, y en español-inglés (aunque solo para identificar consonantes inglesas) en García Lecumberri y Cooke 2006¹. En algunos de estos trabajos se pone de manifiesto la interrelación entre el efecto de la lengua utilizada en el ruido y el número de locutores: cuando este es elevado (seis), los efectos del ruido son similares sea cual sea la lengua utilizada, debido a que la posibilidad de identificar componentes con significado es mucho menor que con un número de locutores más bajo (dos).

- El ruido-con-forma-de-habla (*speech-shaped noise*) se consigue por medio de programas informáticos, mediante lo que se conoce como «separación de la fuente y el filtro», es decir, segregando la señal originada en los pliegues vocales de la señal conformada por todas las estructuras fijas o móviles implicadas en la articulación del habla. Algunos estudios han comparado el efecto del ruido con forma de habla y del ruido multihablante sobre la señal lingüística, concluyendo que resulta más enmascarante² el segundo que el primero (Hoen y otros 2007; Parikh y Loizou 2005; Hall, Grose, Buss y Dev 2002 llegan a conclusiones similares, especialmente en niños).
- En trabajos de orientación psicolingüística, especialmente, aunque también en algunos del ámbito audiológico (Tillman, Carhart y Olsen 1970) se utiliza *competing speech*, habla en competencia, para enmascarar la señal lingüística: en este caso, se trata de una grabación paralela, a menudo perfectamente inteligible, pero a la que el sujeto no debe prestar atención (aunque en algunos experimentos se invierte la señal, para quitarle el contenido semántico, como en el trabajo clásico de Dirks y Bower 1969; en otros el habla de la máscara está en distinto idioma que la de la señal, como en García Lecumberri y Cooke 2006). El habla en competencia se utiliza especialmente para valorar el enmascaramiento informativo, y

1. Cuestión diferente, pero no menos interesante, son las variaciones interlingüísticas e interculturales en cuanto a la tolerancia al ruido y sus efectos, cf. Namba, Kuwano y Schick 1986 para una comparación entre alemanes y japoneses.

2. Cf. p. 140 el concepto de enmascaramiento.

diferenciarlo del energético (Schneider, Li y Daneman 2007), como veremos a continuación.

El ruido provoca un efecto sobre la señal que se conoce como *enmascaramiento*, «el proceso por el cual el umbral de audibilidad de un sonido aumenta debido a la presencia de otro sonido (máscara)» (American Standards Association 1960). Por tanto, con este término nos referimos «a la presencia de un estímulo que interfiere en la percepción de otro» (Marrero 2008, p. 221). Según el orden de presentación de los estímulos, se habla de enmascaramiento simultáneo (la energía de la máscara se superpone a la de la señal); progresivo o regresivo (la máscara interfiere con el procesamiento de la señal: intercepta la memoria, crea un referente incorrecto, le añade información...); según el tipo de estímulo utilizado, la máscara y el modelo pueden ser del mismo tipo (tono sobre tono) o diferentes (ruido sobre tono); se puede variar la vía de presentación de los estímulos (un oído, ambos, señal por uno y ruido por otro), la tarea a la que se enfrenta el oyente, etc.

Pero cuando consideramos las interferencias que el ruido conversacional provoca en la descodificación del habla es de especial interés considerar por separado el efecto físico del cognitivo: por una parte sufrimos el llamado «enmascaramiento energético», que se produce como un fenómeno puramente auditivo, debido a que los dos estímulos presentan energía en las mismas bandas de frecuencia (este es un fenómeno bien conocido y descrito desde el punto de vista psicoacústico). A él se añade el «enmascaramiento informativo», en referencia a la interferencia provocada por elementos cognitivos de alto nivel sobre la capacidad del oyente para extraer un patrón de la señal enmascarada (Brungart 2001; Freyman, Balakrishnan y Helfer 2001). Algunos de esos elementos son el grado de familiaridad con el contenido del mensaje, la mayor o menor semejanza entre la voz de la señal y las de la máscara (ruidos producidos por locutores del mismo sexo que el del hablante producen más efecto que si son diferentes, por ejemplo); la localización del ruido y la de la señal en el escenario auditivo; la riqueza de claves visuales del habla en el locutor; y también las diferencias cognitivas entre sujetos (cf. 1.2.2); todo ello hace que los resultados del enmascaramiento informativo sean mucho más variables y difíciles de cuantificar que los del enmascaramiento energético.

1.2. Recursos para afrontar la percepción del habla en ruido

El sistema de descodificación auditivo y lingüístico nos permite utilizar una serie de herramientas para superar la compleja tarea de separar la señal del ruido. Algunos de ellos son puramente neurofisiológicos, otros proceden de la propia señal, tanto en su estructura puramente acústica como en su carácter multimodal, y otros dependen de variables individuales.

En cuanto a los primeros, parece que el sistema de vías eferentes, que se inician en el cerebro y terminan en el sistema auditivo, y más concretamente uno de sus núcleos, el haz o fascículo olivo-coclear medial (en inglés, *auditory medial olivocochlear, MOC*), actuaría como un potente anti-enmascarador gracias a la capacidad de inhibición que le permiten sus conexiones con las células ciliadas externas (Kawase, Delgutte y Liberman 1993; Kawase y Liberman 1993; Giraud y otros 1997, con pacientes con las vías eferentes cortadas; Kumar y Vanaja 2004, con niños normoyentes de alto rendimiento; Muchnik y otros 2004, con niños con trastornos del procesamiento auditivo; Kim, Frisina y Frisina 2006 con adultos jóvenes, de mediana edad y ancianos, etc.).

La propia señal del habla cuenta con elementos más redundantes o más robustos que otros: las vocales son más resistentes que las consonantes y los modos de articulación más que los lugares (Marrero 1990; Ziegler y otros 2009); las variaciones tonales son uno de los elementos perceptivamente más potentes en el habla: cuanto más distantes estén las frecuencias fundamentales de los hablantes, más fácil será la discriminación del mensaje. Todo ello se refuerza en el habla hiperarticulada, la que se emite cuidando la inteligibilidad de la señal para lograr una decodificación óptima (Lindblom 1996). En concreto, cuando un hablante está sometido a ruido, es bien conocido que inconscientemente genera el llamado «efecto Lombard», estrategia para incrementar la perceptibilidad de la señal en entornos ruidosos (Lombard 1911). Tal efecto se consigue principalmente elevando el tono, aumentando las frecuencias formánticas, subiendo la intensidad y disminuyendo la tasa de habla. Estas modificaciones varían en función del tipo de ruido y del contenido de la señal. En relaciones señal/ruido altas afectan por igual a toda la señal, pero cuando el ruido se acerca a la señal, los cambios son mayores en las palabras con contenido semántico (Patel y Schell 2008; para el español, Castellanos, Benedí y Casacuberta 1996; una revisión de cien años de investigación sobre el mismo en Brumm y Zollinger 2011).

También facilita la decodificación la familiaridad con la voz de la señal (Brungart 2001). Y en situaciones cotidianas de habla, donde la información auditiva se suma a la visual, el gesto no se ve afectado por el ruido, por lo que cobra especial preponderancia hasta el punto de alcanzar una «efectividad inversa» respecto al sonido: «el efecto de verle el movimiento de los labios al hablante incrementa cuando se reduce la relación señal-ruido» (Barutchu y otros 2010, p. 39; más adelante presentaremos algunas reflexiones sobre este fenómeno en relación con la lectura labial en la hipoacusia).

En entornos ruidosos, para extraer la información es necesario focalizar la atención en una fuente de información e inhibirla simultáneamente de los flujos informativos de fondo, una capacidad estudiada bajo la etiqueta de «*cocktail party effect*» (Cherry 1953). En esta línea se ha estudiado la

separación espacial de las fuentes de información, las características de la señal de habla que hacen posible este fenómeno: el espectro promediado de larga duración, la modulación espectral, la semejanza de las voces que se mezclan, etc. (Bronkhorst 2000).

En cuanto a variables individuales, la edad es un factor determinante: el efecto del ruido multihablante sobre el mensaje lingüístico va atenuándose a medida que los niños crecen, posiblemente debido al aprendizaje de estrategias específicas para superar sus efectos, como la aplicación de mecanismos de decodificación analíticos y no holísticos (Fallon 2001). En el ámbito clínico, Ziegler y otros 2009 analizan las respuestas de niños con patologías del habla y dislexia; según sus resultados, en ambos casos la capacidad de discriminación está significativamente por debajo de la que presenta la población normal en igualdad de condiciones (similar nivel de desarrollo lector), concluyendo que «la percepción de habla en ruido predice las habilidades lectoras subyacente a nivel audición periférica (precoclear), memoria, producción o habilidades atencionales» (Ziegler y otros 2009, p. 742). También los niños con problemas de aprendizaje muestran especiales dificultades para interpretar el habla en ruido; en un estudio con técnicas de neuroimagen se encontraron «anomalías en la representación sensorial fundamental de los sonidos, tanto a nivel cortical como en el tronco cerebral, en niños con problemas de aprendizaje cuando los sonidos del habla se presentaban en ruido, pero no en silencio» (Cunningham y otros 2001, p. 758). En cuanto al otro extremo de la variable edad, la vejez, se ha demostrado que incluso en personas que mantienen intacta su capacidad auditiva general, a medida que aumenta la edad se incrementan las dificultades para entender el habla en condiciones de ruido conversacional (Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics 1988; Rajan y Cainer 2008). En sujetos presbiacúsicos (es decir, con una pérdida de audición asociada a la edad), el deterioro auditivo explicaría un 66% de los resultados, pero el 33% restante tendría su origen en «un decremento general de la actuación debido a una eficiencia mental reducida, indicada por un enlentecimiento general y una menor capacidad de memoria» (van Rooij y Plomp 1990, p. 2611). Estudios con neuroimagen (Wong y otros 2009) muestran que la activación de la corteza auditiva durante la identificación de la señal en ruido es menor en las personas de más edad que en los jóvenes, pero en cambio aumenta la actividad cortical en regiones cognitivas generales, probablemente como estrategia de compensación, con el coste asociado en términos de esfuerzo.

Otra variable individual muy importante en la percepción del habla en ruido es la relación con la lengua en la que se presenta el estímulo (lengua materna vs. segunda lengua): contamos con numerosas investigaciones (iniciadas en los años 70: Lane 1963; Gat y Keith 1978, entre otros), donde se pone de manifiesto que el nivel de competencia en una segunda lengua

influye de manera decisiva en la capacidad para identificar la señal de habla en ruido: incluso entre hablantes bilingües, si adquirieron la segunda lengua después de los 14 años (bilingües tardíos) necesitan más intensidad en la señal para poder diferenciarla del entorno e identificarla que los monolingües o bilingües tempranos (Mayo, Florentine y Buus 1997); y cuanto más adversas sean las condiciones (más cercanas la intensidad del ruido y la de la señal), mayores serán las diferencias entre hablantes nativos y no nativos, con las correspondientes repercusiones para el rendimiento escolar de los niños (Crandell y Smaldino 1996) y para su evaluación auditiva, incluso en el caso de los bilingües (Carlo 2009). Los efectos del ruido (estacionario, de habla en competencia o multihablante) sobre una señal lingüística en inglés por parte de aprendices españoles han sido estudiados en García Lecumberri y Cooke 2006; Cooke, García Lecumberri y Barker 2008. Estos investigadores analizan también qué parte de las dificultades se pueden atribuir al enmascaramiento energético y cuáles al informativo. Según sus resultados, aunque en silencio la actuación de ambos grupos era similar, los no-nativos sufrieron mucho más que los nativos el efecto de cualquiera de los ruidos, siendo el multihablante el que más dificultades les supuso. Para una revisión de estudios experimentales sobre percepción no nativa en condiciones adversas, puede verse García Lecumberri, Cooke y Cutler 2010.

1.3. *La percepción del habla en ruido en la deficiencia auditiva*

Todo lo anteriormente expuesto no es óbice para considerar que, seguramente, el factor más determinante para superar las dificultades en la decodificación de la señal en entornos ruidosos es el nivel de audición de cada individuo. Cualquier disfunción auditiva produce un efecto devastador sobre la misma, resulta uno de los principales retos de los profesionales e investigadores en audiología, que en los últimos años han ido desarrollando pruebas para evaluar la discriminación del mensaje oral (frases, palabras o dígitos) en presencia de ruido enmascarante (Killion y otros 2006; Wilson y otros 2007; para el español, Marrero-Aguiar y Cárdenas 2012; Marrero-Aguiar, Maggio y Calvo 2013).

La discriminación en ruido se ha revelado como la «piedra de toque» para los sistemas de ayudas técnicas en este campo, tanto en prótesis auditivas, cuyos modelos recientes cuentan con mecanismos para minimizar en lo posible los efectos del ruido, como en los implantes cocleares. Como consecuencia, es abundante la bibliografía sobre los beneficios de la estimulación binaural, tanto combinando un implante con una prótesis (Armstrong, Pegg, James y Blamey 1997; Tyler y otros 2002) como mediante el uso de dos implantes (Wackym y otros 2007; Dunn y otros 2010). En todos los casos descritos, se pone de manifiesto la mejora en los resultados de identificación de la señal en ruido cuando el paciente

cuenta con información procedente de los dos oídos (la mejora es menor o inexistente ante la señal en silencio).

Es bien sabido que otro factor facilitador de la discriminación verbal por parte de las personas con pérdida auditiva es la llamada «habla clara» o *clear speech*, un estilo que intenta reforzar la inteligibilidad y es adoptado de forma espontánea por los hablantes cuando el oyente tiene una dificultad perceptiva o una lengua materna diferente (Smiljanic y Bradlow 2009). Se caracteriza por una menor tasa de habla y mayores modulaciones en la envolvente (Liu, del Río, Bradlow y Zeng 2004), y genera una mejora en la inteligibilidad del 20% en normoyentes y del 26% en hipoacúsicos (Feliciani 2011). Sin embargo, no conocemos trabajos que analicen la relación entre el habla hiperarticulada generada por la locución en entorno ruidoso (efecto Lombard) y la identificación de la señal verbal en ruido en personas con déficit auditivo; esta sería, por tanto, una aportación en su estudio.

2. LAS PRUEBAS DE AUDIOMETRÍA VERBAL EN RUIDO (PAVER) PIP-UNED

En el año 2011 se pone en marcha un contrato de investigación entre el Programa Infantil Phonak (PIP) y la UNED, con el objetivo de crear un conjunto de frases para audiometría infantil en ruido, fónicamente equilibradas, léxicamente ajustadas al vocabulario frecuente en el grupo de edad establecido (6-7 años), y gramaticalmente sencillas, para evitar una sobrecarga de procesamiento ajena a los factores auditivo-perceptivos (Maggio de Maggi, Marrero-Aguiar y Calvo, en prensa). Las frases de audiometría infantil en ruido debían permitir obtener una curva de respuesta que pasara del 90-100% de aciertos a un 0% en seis frases, mediante un incremento progresivo de la relación señal/ruido (S/R).

Nuestras hipótesis de partida podrían agruparse en las siguientes:

- a) En niños normoyentes (mayores de 6 años) la principal caída en la inteligibilidad, del 75-80% de aciertos, se producirá en las dos frases presentadas en una relación S/R próxima a 0 dB (la misma intensidad en la señal que en el ruido).
- b) En niños con pérdida auditiva (mayores de 6 años) bien rehabilitados, con su ayuda técnica en funcionamiento (audífono o implante coclear) la curva de respuesta presentará una pendiente menos pronunciada, con un descenso del 75-80% de la inteligibilidad en tres frases, a partir de una relación S/R de 10 dB (más intensa la señal que el ruido).
- c) Las listas locutadas bajo efecto Lombard presentarán una tasa de aciertos mayor que las emitidas en silencio, pero la diferencia solo será significativa en las condiciones centrales de enmascaramiento (S/R 10 a-5 dB), tanto en sujetos con audición normal como

deficitaria. Por lo tanto, se mantendrá el patrón general descrito en las dos hipótesis anteriores, con una ventaja de alrededor de 5 dB en relación S/R para las «listas Lombard».

- d) Frases de audiometría infantil en ruido permitirán diferenciar un patrón de resultados distinto según el nivel de pérdida auditiva de los niños (media-severa frente a profunda).

2.1. Metodología

Las pruebas consisten en listas de seis frases, cada una de las cuales presenta solo cuatro palabras con contenido semántico. El léxico fue seleccionado entre el más frecuente del primer ciclo de primaria, según datos de Justicia 1995; la estructura gramatical más frecuente (75%) fue sujeto (S) + verbo (V) + complemento (C), seguida por S + V + C + C (1%) y V + C + C: 10% (otras: 4%). El banco inicial de 80 frases fue sometido a un test de familiaridad por parte de 49 niños sin patologías conocidas, en un colegio de Madrid; se eliminaron las veinte frases que obtuvieron menor puntuación. Con el resto se construyeron diez listas con seis frases cada una; su coeficiente de correlación respecto a la frecuencia de fonemas del español hablado (Moreno-Sandoval y otros 2006) fue en todas las listas superior a 0,943 (Pearson). Las 60 frases fueron grabadas en un estudio profesional por una locutora especializada en imitar voces infantiles, aunque con una frecuencia fundamental relativamente baja³. En primer lugar se realizó una locución en silencio y, a continuación se volvieron a grabar todas las frases mientras se presentaba a la locutora, mediante auriculares, un ruido conversacional a intensidad media-alta, con el fin de provocar en su emisión el efecto Lombard.

Como tarea adicional, relacionada pero no incluida en el proyecto, se elaboró un ruido multihablante infantil, creado *ad hoc* para enmascarar la señal (Marrero-Aguiar, Rodríguez-Cruz e Igualada-Pérez 2014).

Tanto la grabación de la señal como la del ruido fueron monitorizadas de forma manual para controlar los picos de intensidad, de forma que no hubiera diferencias superiores a 3 dB entre los puntos con mayor y menor intensidad. Para determinar el patrón de enmascaramiento se hizo un pre-test con seis ficheros de ruido superpuesto a las frases en intensidad creciente y se realizaron pruebas aplicando diferentes relaciones S/R con 10 niños normoyentes de 7 años. Se determinó así un patrón de

3. La selección de una locutora profesional responde a la necesidad de obtener una emisión óptima tanto desde el punto de vista segmental como suprasegmental, sin rasgos dialectales o sociolectales marcados. La elección de una hablante femenina con un tono bajo es una solución de compromiso entre el habla masculina y la femenina, adoptada en trabajos anteriores de gran difusión en el ámbito de la audiometría verbal (Cárdenas y Marrero 1994).

enmascaramiento que nos permitió obtener un 100% de discriminación en la primera frase, cuando la relación S/R era de 30 dB, y un 0% de discriminación en la sexta y última, cuando la relación S/R era de -10 dB, pasando del 85 % al 10 % de discriminación en dos escalones. El patrón exacto de enmascaramiento resultó el siguiente:

Frase	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a
Relación S/R (dB)	30	10	5	0	-5	-10

ESQUEMA 1. Patrón de enmascaramiento.

En cuanto a la muestra, todas las listas fueron valoradas, en primer lugar, en 40 sujetos normoyentes residentes al 50% en Madrid y Barcelona. Además del grupo de control, contamos con un grupo experimental de 23 niños. La distribución por edad y sexo de los sujetos, así como el tipo de pérdida auditiva y la ayuda técnica utilizada en el grupo experimental aparecen en la Tabla 1.

Grupo	Sexo		Edad		
	Niñas	Niños	6 años	7 años	8 años
Control normoyentes	21	19	5	24	11
Experimental hipoacúsicos	10	13	4	6	13
	Tipo de hipoacusia y ayuda técnica				
	Severa	Profunda			
	Dos audífonos	Dos implantes	Un implante	Implante y audífono	Dos audífonos
	9	7	5	1	1

TABLA 1. Características de la muestra.

En ambos grupos la valoración se realizó en cabina sonoamortiguada, utilizando como transductores los altavoces de campo libre a 45º calibrados con un tono puro de 1000 Hz a 60 dB SPL. Las listas se presentaron aleatorizadas, cada sujeto respondió a diez listas (cinco del conjunto normal y otras cinco Lombard), en cuatro órdenes de presentación diferentes.

3. RESULTADOS EN OÍDOS NORMALES Y PATOLÓGICOS

El patrón general de resultados, considerando el conjunto de respuestas obtenidas, puede verse en la Figura 1. La tasa de aciertos fue casi del 60% en niños con audición normal para las listas grabadas en silencio, con una

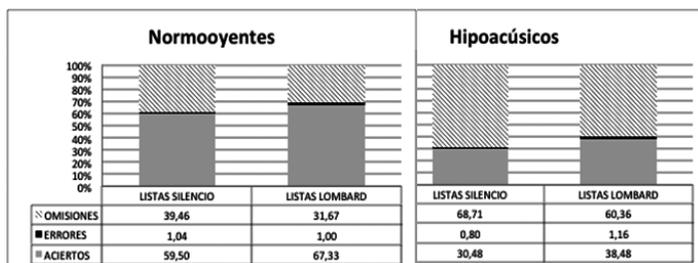


FIGURA 1. Resultados generales. Grupo de control y grupo experimental.

mejora cercana al 8% en las grabadas bajo el efecto Lombard. En niños con pérdida auditiva los aciertos se reducen casi a la mitad, pero la mejora obtenida en las listas Lombard se confirma e incluso aumenta ligeramente respecto a los normooyentes.

En el grupo de control no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos (ANOVA de una vía para muestras emparejadas: listas normales $F= 1,2$; $p= 0.26$ y listas Lombard: solo diferencias en dos sujetos, el resto nivel $p= 0.25$), pero sí entre las listas normales y las Lombard (T de Student para muestras emparejadas; $p = 0,045$ en conjunto, véase más abajo la distribución por relaciones S/R). En el grupo experimental, las diferencias entre sujetos por el tipo de hipoacusia (profunda/severa) sí fueron significativas (T de Student para muestras emparejadas; $p = 0,001$ en listas normales y $0,01$ en Lombard). Por lo tanto, es necesario presentar por separado las respuestas de ambos grupos; como puede verse en la Figura 2, los niños con un nivel de pérdida auditiva menor (hipoacusias severas) presentan una tasa de aciertos algo mayor que los que sufren una hipoacusia profunda, tanto en las listas grabadas en silencio como

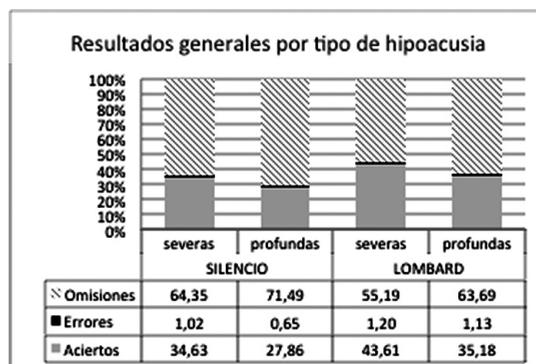


FIGURA 2. Resultados generales del grupo experimental por tipo de hipoacusia.

en las grabadas bajo efecto Lombard. La ventaja obtenida en la segunda condición de locución es de un 9% para los primeros y algo más de un 7% para los segundos.

3.1. Resultados de relación S/R

Más allá del número global de aciertos, errores y omisiones, lo más relevante es considerar en qué medida las distintas intensidades de ruido han afectado a cada uno de los grupos, tanto en la locución en silencio como bajo el efecto Lombard.

Como se observa en la Figura 3, el grupo de niños normoyentes comenzó a verse afectado por el ruido cuando este tenía la misma intensidad que la señal (0 dB S/R: 56% de aciertos) en las listas locutadas en silencio. Pero en la locución Lombard, en esa misma condición la inteligibilidad se mantuvo en más del 80% de las palabras; e incluso cuando la intensidad del ruido superaba a la de la señal en 5 dB, la tasa de acierto fue superior al 25% (no llegó al 6% en la locución en silencio). La flecha discontinua en los gráficos de la Figura 3 corresponde al 50% de aciertos: en las listas en silencio, ese punto se encuentra muy próximo a la relación S/R 0 dB, mientras que en las listas Lombard está en un punto intermedio entre 0 y -5 dB.

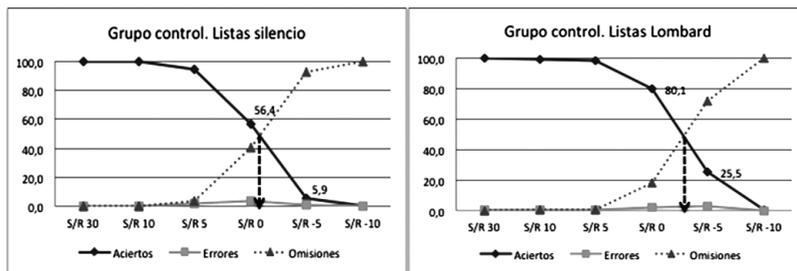


FIGURA 3. Resultados por S/R. Grupo de control.

En cuanto a los sujetos con pérdida auditiva, considerando las distintas intensidades de ruido, se confirman las diferencias entre las hipoacusias severas y profundas (Figura 4): en las primeras el 50% de aciertos aparece cuando la intensidad de la señal supera en 5 dB la del ruido (es decir, en la tercera frase de cada lista); en cambio, cuando la pérdida es profunda, ese punto aparece entre la S/R 10 dB y la S/R 5 dB (entre la segunda y la tercera frase de cada lista)⁴. La comparación con el grupo de control

4. En estos gráficos iniciales no se diferencia el estilo de habla (normal/Lombard) porque nos interesaba valorar la presentación clínica de las listas, en las que ambos se encuentran intercalados, con el fin de ofrecer varios sets diferentes pero de igual dificultad (intercambiables).

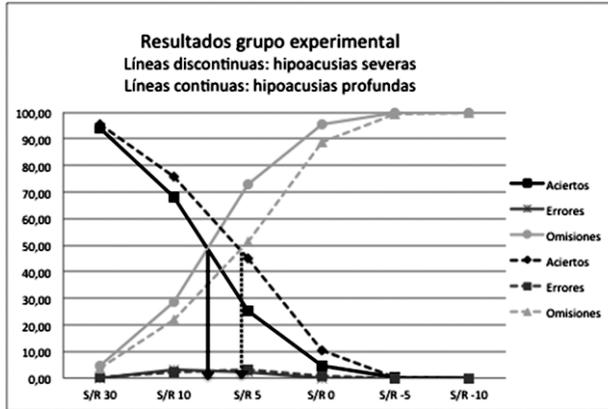


FIGURA 4. Resultados por S/R. Grupo experimental.

puede verse en la Figura 5: las mayores diferencias en tasas de aciertos aparecen cuando el ruido presenta una intensidad similar a la de la señal (S/R 0 dB, cuarta frase, donde se encuentra la mayor diferencia entre el grupo de control y los hipoacúsicos severos: un 58% menos de aciertos), o solo 5 dB menor (S/R 5 dB, tercera frase, donde aparece la mayor diferencia entre el grupo de control y el de los hipoacúsicos profundos: un 71% menos de aciertos). Los efectos del ruido, por lo tanto, resultan especialmente perjudiciales para los niños con mayores pérdidas auditivas, casi en su totalidad usuarios de implante coclear.

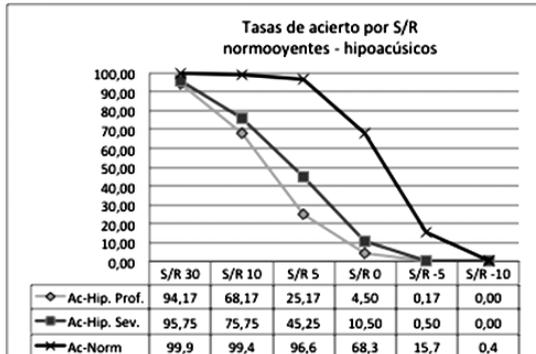


FIGURA 5. Tasas de acierto por S/R. Comparación de grupos.

Finalizaremos considerando los beneficios de la locución hiperarticulada (listas Lombard) para el grupo de niños con pérdida auditiva. En la Figura 6 se presentan los porcentajes de aciertos (barras oscuras, con valor porcentual numérico) y de omisiones en los niños del grupo experimental, diferenciando no solo el tipo de pérdida auditiva, sino también el tipo y número de ayudas técnicas que utilizan: dos audífonos (correspondientes a

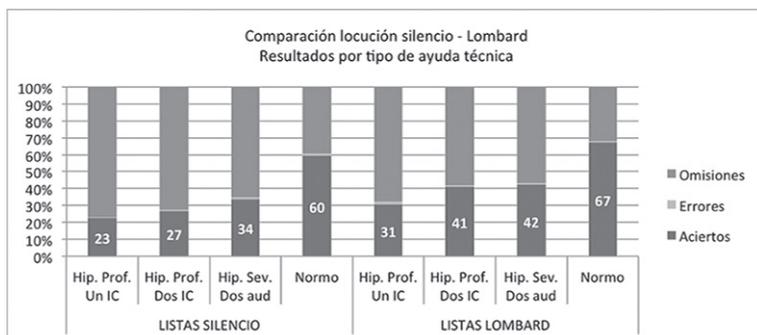


FIGURA 6. Comparación entre la locución en silencio y la locución en efecto Lombard. Niños hipoacúsicos por tipo de ayuda técnica (hip. = hipoacusia; sev = severa; prof = profunda; IC = implante coclear; aud = audífono), y niños normooyentes (normo). La cifra en las barras corresponde al porcentaje de aciertos.

hipoacusias severas excepto en un sujeto), y uno o dos implantes cocleares (IC, correspondientes siempre a hipoacusias profundas). En las listas grabadas en silencio, con un estilo normal, los resultados son los esperados: se observa una relación directa entre el nivel de pérdida auditiva y la tasa de aciertos, los niños con hipoacusia severa, usuarios de audífonos binaurales superan en un 11% los aciertos de los niños con hipoacusia profunda y un implante, y en un 7% a los que cuentan con implantación binaural. En cambio, en las listas grabadas en ruido, utilizando los mecanismos de énfasis propios del efecto Lombard, desaparece la diferencia entre los niños con pérdida profunda y dos implantes y los niños con pérdida severa y dos audífonos: en ambos casos, la tasa de acierto global asciende al 41-42%, un 10-11% superior a la de los niños con un solo implante.

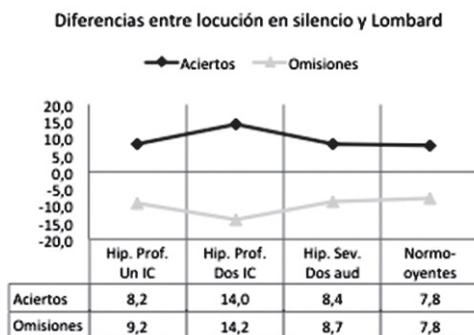


FIGURA 7. Diferencias entre locución en silencio y locución bajo el efecto Lombard. Hip. = hipoacusia; prof. = profunda; sev. = severa; aud = audífonos; IC = implante coclear.

La Figura 7 permite comparar las tasas de diferencias en los porcentajes de acierto y omisión de los cuatro grupos, ante ambos estilos de habla: son los niños con dos implantes cocleares los que sacan mayor partido al reforzamiento propio del habla hiperarticulada (pasan de identificar un 27% de las palabras clave a un 41%, un incremento del 14%, mayor que el de los demás grupos, incluidos los normoyentes). Este dato pone de manifiesto su control perceptivo sobre un mecanismo complejo de refuerzo de la señal y el desarrollo de estrategias sofisticadas para la comprensión lingüística, lo que, en último término, constituye un argumento objetivo sobre los beneficios de la implantación binaural, especialmente para condiciones adversas de inteligibilidad.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES. LA MULTIMODALIDAD DEL HABLA EN LA HIPOACUSIA: EL PAPEL DE LA LECTURA LABIAL

Retomando nuestras hipótesis de partida, los resultados confirman que las pruebas desarrolladas se ajustan al patrón de respuesta buscado: en niños de seis años o más, tanto normoyentes como hipoacúsicos, pasamos de un 90-100% de aciertos a un 0% en seis frases, mediante un incremento progresivo de la relación señal/ruido (S/R). Como era de esperar, además, el momento en que la tasa de discriminación disminuyó varió en un grupo y otro: los sujetos con audición normal mantuvieron un elevado porcentaje de aciertos, superior al 90%, hasta que la intensidad de la señal y la del ruido se igualaron; en ese momento, y cuando el ruido superó en 5 dB a la señal, la inteligibilidad disminuyó bruscamente, en un 75-80%. En cambio, en los niños con pérdida auditiva utilizando su ayuda técnica, el descenso en la tasa de aciertos comenzó antes, cuando la intensidad de la señal aún aventajaba a la del ruido en 10 dB; y el 0% de aciertos también se alcanzó antes que en los normoyentes, cuando el ruido superaba a la señal en 5 dB, con la misma intensidad la discriminación apenas alcanzó el 5-10%. Esto pone de manifiesto, una vez más, que el ruido es especialmente perjudicial para las personas que sufren pérdida auditiva, que magnifican sus efectos respecto a los normoyentes (Shield y Dockrell 2003; Bentler, Palmer y Dittberner 2004). El patrón de respuestas, por otra parte, permite diferenciar las pérdidas auditivas medias-severas (hasta 70 dB) de las profundas (más de 70 dB de media en las frecuencias conversacionales).

También se confirma que las listas grabadas mientras la locutora recibía mediante auriculares un ruido de conversaciones multihablante, y que por lo tanto se emitieron bajo el efecto Lombard, un estilo inconscientemente hiperarticulado, resultaron más inteligibles para todos los sujetos, tanto con audición normal como con pérdida auditiva, permitiéndoles mantener un 50% de aciertos con 2-3 dB más de ruido que en la grabación en silencio. Esa mejora resultó especialmente relevante para los niños con implantación binaural. Los beneficios de la implantación bilateral constituyen un

tema de debate de plena actualidad, especialmente desde que los recortes económicos han llegado a la sanidad pública, que en España asume los costes de los implantes cocleares. Estudios previos (Brown y Balkany 2007; Wackym y otros 2007) ponen de relieve que hay dos capacidades para las que el segundo implante es especialmente necesario: la localización de la fuente sonora y la discriminación del habla en ruido. Nuestros resultados confirman esta necesidad.

En cuanto a las razones que explican los resultados obtenidos, en general, consideramos que el patrón de enmascaramiento empleado (ruido de habla presentado por ambos oídos de forma simultánea, con la misma fuente espacial que la señal, también de habla, y a intensidad creciente) ha producido un efecto no solo de tipo energético (por superposición de energía en las bandas de frecuencia críticas mediante las que el sistema auditivo procesa la señal de entrada), sino también de carácter informativo, en el que entra en juego el procesamiento cognitivo de orden superior. Y no todos los grupos de niños analizados se comportan de forma similar en cuanto a este último tipo de enmascaramiento: son los que cuentan con un doble implante coclear quienes mejor rendimiento han obtenido de los índices acústicos presentes en el habla hiperarticulada, con efecto Lombard. Si, como indican Ziegler y otros 2009, la capacidad para discriminar el habla del ruido es un buen predictor de otras habilidades, como la lectura, la memoria o la atención, parece evidente que es necesario más material de este tipo, no solo para su uso diagnóstico o para valorar la calidad de la rehabilitación, sino también para un uso terapéutico, integrado en las prácticas logopédicas de los niños con hipoacusia, implantados o usuarios de prótesis.

Concluiremos este trabajo con algunas consideraciones relacionadas con el marco general de este número especial de la *Revista de la Sociedad Española de Lingüística*, la percepción multimodal del habla, situándolo en el contexto de la pérdida auditiva, es decir, con el papel de la lectura labial como estrategia de compensación.

Según Schwartz y otros 2004, p. B69, «la lectura labial es la capacidad para entender parcialmente el habla mirando a los labios del locutor». En realidad, esta capacidad no tiene una relación directa con la pérdida auditiva, aunque para las personas que la sufren constituye un recurso de mayor necesidad: «la labiolectura permite a las personas sordas entender el habla [...] y, en personas con la capacidad auditiva intacta, facilita sustancialmente la percepción del habla en condiciones de ruido ambiental» (Ma y otros 2009, p. 4638). En relación con los objetivos de este trabajo, la lectura labial presenta un interés adicional: no se ve afectada por el ruido ambiente, por lo que sus beneficios son mayores en entornos ruidosos que silenciosos (especialmente cuando el ruido es conversacional, y no ruido estable: Helfer y Freyman 2005); es una consecuencia de la llamada

«efectividad inversa»: cuando la información unisensorial es pobre, la multimodal se ve reforzada.

Esa mejora en la discriminación del mensaje hablado oscila entre 1-3 dB (Grant 2001), 1-2 dB (Schwartz 2004), 4-6 dB, que se traducirían en un 10-15% más de inteligibilidad (Summerfield 1992), o incluso 11 dB, la diferencia entre el umbral de recepción verbal con y sin información visual establecido por Macleod y Summerfield 1987. Si aplicamos la correspondencia habitual entre niveles de pérdida auditiva e incremento de la intensidad necesario para mantener la discriminación (10 dB de pérdida = 1 dB más de relación S/R), esos 4-6 dB supondrían compensar una pérdida de 40-60 dB, es decir, los efectos de una hipoacusia moderada. En hipoacusias severas o profundas, muy pocas personas pueden sustituir la señal auditiva por la visual, pero esta siempre supone un apoyo importante.

Y decimos que pocas personas podrían hacerlo porque, desde el primer estudio científico sobre labiolectura (Sumbly y Pollack 1954), quedó de manifiesto que se trata de una capacidad casi misteriosa, muy imprevisible. Presenta grandes diferencias individuales entre sujetos de grupos similares: en niños con pérdida profunda, la variación alcanza un rango del 11% al 93%; en adultos con pérdida moderada, entre el 15-85%; en jóvenes normooyentes, del 1-50% (aunque sus respuestas auditivas eran muy homogéneas). No se correlaciona con la edad, ni con la inteligencia, ni con el nivel de desarrollo verbal (aunque requiere un nivel mínimo en los dos últimos); tampoco con el nivel de audición y el tipo de pérdida (los sordos congénitos no presentan habilidades mayores que los oyentes). No parece especialmente susceptible de entrenamiento. En buena medida, parece una capacidad innata, como pone de manifiesto que bebés de tan solo cuatro meses identifiquen la imagen labial correspondiente a la vocal que escuchan (Kuhl y Meltzoff 1982), y aparece en etapas muy iniciales del procesamiento psicolingüístico: antes del acceso al léxico, y quizá incluso antes de la integración fonológica (Ma y otros 2009), se desencadena tan solo 50 o 100 ms tras la presentación de la señal.

Son conocidos sus límites temporales: toleramos hasta 140 ms de asincronía entre la imagen labio-facial y la señal auditiva, y diferencias de 40-80 ms no afectan a la inteligibilidad. Cuando la discordancia entre la información visual y la auditiva supera la máxima tolerancia, simplemente se ignora la señal visual, y se atiende solo a la auditiva (Summerfield 1992; Grant y Seitz 2000). Algunas personas con formación musical presentan mayor sensibilidad, ventanas temporales más estrechas que les permiten detectar desajustes menores, de 30 ms (Summerfield 1992), coincidiendo con una mayor capacidad para discriminar la señal en ruido, tanto con sonido solo, como con sonido e imagen (Baskent y Bazo 2011).

En cuanto a los mecanismos que explicarían estas capacidades, se han argumentado la rapidez en el procesamiento neurovisual (Summerfield 1992), o la capacidad para integrar información auditiva y visual (Grant

y Seitz 1998). Pero también habilidades más relacionadas con el procesamiento lingüístico, como la de correlacionar los movimientos visibles de los órganos articulatorios y la envolvente acústica de la onda sonora resultante (con especial relevancia para la zona central del espectro, en torno al segundo formante), en una ventana temporal de unos 333 ms, correspondiente a una sílaba (Grantz y Seitz 2000 denominan este efecto sobre los umbrales de detección verbal *bimodal coherence masking protection*, BCMP). En todo caso, parece que el contenido lingüístico de la señal, y más concretamente los rasgos articulatorios de las consonantes, son una variable relevante en la labiolectura (Grant 1998). Estudios con neuroimagen ponen de manifiesto también el papel de la identidad del locutor (Mani y Schneider 2012).

De todo lo anterior se deduce el interés por analizar, como tarea futura en el marco del proyecto aquí presentado, la diferencia entre discriminación unimodal (auditiva, con y sin efecto Lombard) y bimodal (incluyendo también claves visuales, tanto coherentes como en conflicto), en las seis condiciones de relación S/R y tanto con niños de audición normal como con pérdida auditiva.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, M., PEGG, P., JAMES, C. y BLAMEY, P. (1997): «Speech perception in noise with implant and hearing aid», *The American Journal of Otology* 18, 6, S140-S14.
- BARUTCHU A., DANAHAR, J., CREWETHER, S.G., INNES-BROWN, H., SHIVDASANI, M.N. y PAOLINI, A.G. (2010): «Audiovisual integration in noise by children and adults», *Journal of Experimental Child Psychology* 105, 1-2, pp. 38-50.
- BAŞKENT, D. y BAZO, D. (2011): «Audiovisual asynchrony detection and speech intelligibility in noise with moderate to severe sensorineural hearing impairment», *Ear & hearing* 32, 5, pp. 582-592.
- BENTLER, R. A., PALMER, C. y DITTBERNER, A. B. (2004). «Hearing-in-noise: Comparison of listeners with normal and (aided) impaired hearing», *Journal of the American Academy of Audiology* 15, 3, pp. 216-225.
- BRADLOW, A.R. y ALEXANDER, J.A. (2007): «Semantic and phonetic enhancements for speech-in-noise recognition by native and non-native listeners», *Journal of the Acoustical Society of America* 121, 4, pp. 2339-2349.
- BRONKHORST, A.W. (2000): «The cocktail party phenomenon: A review of research on speech intelligibility in multiple-talker conditions», *Acustica* 86, pp. 117-128
- BROWN, K.D. y BALKANY, T.J. (2007): «Benefits of bilateral cochlear implantation: a review», *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery* 15, 5, pp. 315-318.
- BRUMM, H. y ZOLLINGER, S.A. (2011): «The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research», *Behaviour* 148, pp. 11-13.
- BRUNGART, D.S. (2001): «Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers», *Journal of the Acoustical Society of America* 109, 3, pp. 1101-1109

- CÁRDENAS, M.R. y MARRERO, V. (1994): *Cuaderno de logaudiometría*, Madrid, UNED.
- CARLO, A. (2009). «A review of the effects of bilingualism on speech recognition performance», *Perspectives on Hearing and Hearing Disorders: Research and Diagnosis* 13, pp. 14-20.
- CASTELLANOS, A., BENEDI, J.M. y CASACUBERTA, F. (1996): «An analysis of general acoustic phonetic features for Spanish speech produced with the Lombard effect», *Speech Communication* 20, pp. 23-35.
- CERRY, E.C. (1953): «Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears.» *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), pp. 975-979
- COMMITTEE ON HEARING, BIOACOUSTICS AND BIOMECHANICS (CHABA) (1988): «Speech understanding and aging», *Journal of the Acoustical Society of America* 83, pp. 859-820.
- COOKE, M., GARCÍA LECUMBERRI, M.L. y BARKER, J. (2008) «The foreign language cocktail party problem: Energetic and informational masking effects in non-native speech perception», *Journal of the Acoustical Society of America* 123, 1, pp. 414-427.
- GRANDELL, C. y SMALDINO, J. (1996): «Sound field amplification in the classroom: Applied and theoretical issues», Bess F., Gravel J. y Tharpe A. (eds.), *Amplification for children with auditory deficits*, Nashville, TN, Bill Wilkerson Center Press, pp. 229-250.
- CUNNINGHAM J., NICOL, T., ZECKER, S.G., BRADLOW, A. y KRAUS, N. (2001): «Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: deficits and strategies for improvement», *Clinical Neurophysiology* 112, pp. 758-767.
- DIRKS, D.D., y BOWER, D.R. (1969): Masking effects of speech competing messages. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 12, 2, pp. 229-245.
- DUNN, C.C., NOBLE, W., TYLER, R.S., KORDUS, M., GANTZ, B.J. y JI, H. (2010): «Bilateral and unilateral cochlear implant users compared on speech perception in noise», *Ear & hearing* 312, pp. 296-298.
- ERBER, N.P. (1969): «Interaction of audition and vision in the recognition of oral speech stimuli», *Journal of Speech and Hearing Research* 12, pp. 423-425.
- FALLON, M. (2001): «*Children's perception of speech in noise*». Tesis doctoral de la Universidad de Toronto.
- FELICIANI, L. (2011): *Characterization of the features of clear speech: an acoustic analysis of the influence of speech processing settings in cochlear implants*, Tesis doctoral, Universidad de Milán. <https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/12741/1/2011_03_Feliciani.pdf>
- FREYMAN, R.L., BALAKRISHNAN, U. y HELFER, K. S. (2001): «Spatial release from informational masking in speech recognition», *Journal of the Acoustical Society of America* 109, 5, pp. 2112-2122.
- GARCÍA LECUMBERRI, M.L. y COOKE, M. (2006): «Effect of masker type on native and non-native consonant perception in noise», *Journal of the Acoustical Society of America* 119, pp. 2445-2454.
- , y CUTLER, A. (2010): «Non-native speech perception in adverse conditions: A review», *Speech Communication* 52, 11, pp. 864-886.

- GAT, I.B. y KEITH, R.W. (1978): «An effect of linguistic experience. Auditory word discrimination by native and non-native speakers of English», *Audiology* 17, 339-345
- GENTNER, T. y BALL, G. (2006): «A neuroethological perspective», en Pisoni, D. y Remez, R. (eds.), *The handbook of speech perception*, Malden, MA, Wiley-Blackwell, pp. 653-675.
- GIRAUD, A.L., GARNIER, S., MICHEYL, C., LINA, G., CHAYS, A. y CHERY-CROZE, S. (1997): «Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility», *Neuroreport* 8, 7, pp. 1779-1783.
- GRANT, K.W. y SEITZ, P.F. (1998): Measures of auditory-visual integration in nonsense syllables and sentences, *Journal of the Acoustical Society of America*, 104(4), pp. 2438-2450.
- GRANT K.W. y SEITZ, P.F. (2000): «The use of visible speech cues for improving auditory detection of spoken sentences», *Journal of the Acoustical Society of America* 108, 3, pp. 1197-1208.
- GRANT, K.W. (2001), «The effect of speechreading on masked detection thresholds for filtered speech», *Journal of the Acoustical Society of America* 109, pp. 2272-2275.
- HALL, J.W., GROSE, J.H., BUSS, E., y DEV, M.B. (2002). Spondee recognition in a two-talker masker and a speech-shaped noise masker in adults and children. *Ear and Hearing*, 23(2), pp. 159-165.
- HELPER, K.S. y FREYMAN, R.L. (2005): «The role of visual speech cues in reducing energetic and informational masking», *Journal of the Acoustical Society of America* 117, 2, pp. 842-849.
- HOEN, M., MEUNIER, F., GRATALOUP, C.L., PELLEGRINO, F., GRIMAULT, N., PERRIN, F., ... y COLLET, L. (2007), «Phonetic and lexical interferences in informational masking during speech-in-speech comprehension», *Speech Communication* 49, 12, pp. 905-916.
- JUSTICIA, F. (1995): *El desarrollo del vocabulario. Diccionario de frecuencias*, Granada, Universidad de Granada.
- KAWASE, T. y LIBERMAN, M.C. (1993): «Antimasking effects of the olivocochlear reflex. I. Enhancement of compound action potentials to masked tones», *Journal of Neurophysiology* 70, 6, pp. 2519-2532.
- KAWASE, T., DELGUTTE, B. y LIBERMAN, M. C. (1993a): «Antimasking effects of the olivocochlear reflex. II. Enhancement of auditory-nerve response to masked tones», *Journal of Neurophysiology* 70, 6, pp. 2533-2549.
- KILLION, M.C., NIQUETTE, P.A., GUDMUNDSEN, G.I., REVIT, L.J. y BANERJEE, S. (2006): «Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners», *Journal of the Acoustical Society of America* 119, 3, pp. 2395-2405.
- KIM, S.H., FRISINA, R.D. y FRISINA, D.R. (2006): «Effects of age on speech understanding in normal hearing listeners: Relationship between the auditory efferent system and speech intelligibility in noise», *Speech Communication* 48, 7, pp. 855-862.
- KUHL, P.K., y MELTZOFF, A.N. (1982): «The bimodal perception of speech in infancy». *Science*, 218, 4577, pp. 1138-1141.
- KUMAR, U.A. y VANAJA, C.S. (2004): «Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise», *Ear & Hearing* 25, 2, pp. 142-146.

- LANE, H. (1963): «Foreign accent and speech distortion», *Journal of the Acoustical Society of America* 35, 4, 45.
- LINDBLOM, B. (1996): «Role of articulation in speech perception: Clues from production», *The Journal of the Acoustical Society of America* 99, 3, pp. 1683-1692.
- MA, W.J., ZHOU, X., ROSS, L.A., FOXE, J.J., y PARRA, L.C. (2009): «Lip-reading aids word recognition most in moderate noise: a Bayesian explanation using high-dimensional feature space», *PLoS One*, 4, 3, e4638.
- LIU, S., DEL RIO, E., BRADLOW, A.R. y ZENG, F.G. (2004): «Clear speech perception in acoustic and electric hearing», *Journal of the Acoustical Society of America* 116, 4, pp. 2374-2383.
- LOMBARD, É. (1911): «Le signe de l'élévation de la voix», *Annales des Maladies de l'Oreille et du Larynx*, 37, 2 2, pp. 101-9.
- MACLEOD, A. y SUMMERFIELD, Q. (1987): «Quantifying the contribution of vision to speech perception in noise», *British Journal of Audiology* 212, pp. 131-141.
- MAGGIO DE MAGGI, M., MARRERO-AGUIAR V. y CALVO, J.C. (en prensa): «Material para la evaluación de la percepción del habla en ruido en niños. Frases PIP-UNED», *Actas del X Congreso de la Asociación Española de Audiología, Sevilla, 3-4 de mayo de 2013*.
- MANI, N. y SCHNEIDER, S. (2012): «Speaker identity supports phonetic category learning», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 39, 3, p. 623.
- MAYO, L.H., FLORENTINE, M. y BUUS, S. (1997): «Age of second-language acquisition and perception of speech in noise», *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 40, pp. 686-693.
- MARRERO-AGUIAR, V. (2008): «La fonética perceptiva: trascendencia lingüística de mecanismos neuropsicofisiológicos», *Estudios de Fonética Experimental* 17, pp. 207-245.
- MARRERO-AGUIAR, V. y CÁRDENAS, M.R. (2012): «Audiometría verbal», Salesa, E. y Perelló J. (eds.) *Tratado de Audiología*. Barcelona, Masson, pp. 103-125.
- MARRERO-AGUIAR, V., RODRÍGUEZ CRUZ, M. e IGUALADA PÉREZ, A. (2013): «Los efectos del ruido sobre la percepción del habla. Aplicaciones audiométricas», en Penas Ibáñez, M.A. (ed.), *Panorama de la fonética española actual*, Madrid, Arco/Libros, pp. 367-400.
- MCARDLE, R.A., WILSON, R.H. y BURKS, C.A. (2005): «Speech recognition in multitalker babble using digits, words and sentences», *Journal of the American Academy of Audiology* 16, pp. 726-739.
- MCGURK, H. y MACDONALD, J. (1976): «Hearing lips and seeing voices», *Nature* 264, pp. 746-748.
- MORENO SANDOVAL, A., TOLEDANO, D.T., CURTO, N., y TORRE, R.D.L. (2006): «Inventario de frecuencias fonémicas y silábicas del castellano espontáneo y escrito», en Buera, L., Lleida, E., Miguel, A. y Ortega, A. (eds.), *IV Jornadas en Tecnología del Habla*, Zaragoza, Universidad de Zaragoza, pp. 77-81.
- MUCHNIK C., ARF-EVEN ROTH, D.E., OTHMAN-JEBARA, R., PUTTER-KATZ, H., SHABTAL, E. L. e HILDESHEIMER, M. (2004): «Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory processing disorders», *Audiology and Neuro-otology* 9, pp. 107-114.

- NAMBA, S., KUWANO, S. y SCHICK, A. (1986): «A cross-cultural study on noise problems», *Journal of the Acoustical Society of Japan* 7, 5, pp. 279-288.
- PARIKH, G., y LOIZOU, P.C. (2005): «The influence of noise on vowel and consonant cues», *The Journal of the Acoustical Society of America* 118, 6, pp. 3874-3888.
- PATEL, R. y SCHELL, K. (2008): «The Influence of linguistic content on the Lombard effect», *Journal of Speech Language and Hearing Research* 51, pp. 209-220.
- RAJAN, R. y CAINER, K.E. (2008): «Ageing without hearing loss or cognitive impairment causes a decrease in speech intelligibility only in informational maskers», *Neuroscience* 154, pp. 784-495.
- RHEBERGEN, K.S., VERSFELD, N.J., y DRESCHLER, W.A. (2005): «Release from informational masking by time reversal of native and non-native interfering speech», *Journal of the Acoustical Society of America* 118, pp. 1274-1277
- SANDOVAL, A.M., TOLEDANO, D.T., CURTO, N. y DE LA TORRE, R. (2006): «Inventario de frecuencias fonémicas y silábicas del castellano espontáneo y escrito», *IV Jornadas en tecnología del habla, Zaragoza*, <<http://elvira.llf.uam.es/ING/Publicaciones/LLI-UAM-4JTH.pdf>>.
- SCHNEIDER, B.A., LI, L. y DANEMAN, M. (2007): «How competing speech interferences with speech comprehension in everyday listening situations», *Journal of the American Academy of Audiology* 18, pp. 478-591.
- SHIELD, B.M. y DOCKRELL, J. E. (2003): «The effects of noise on children at school: a review», *Building Acoustics* 102, pp. 97-116.
- SCHWARTZ, J.L., BERTHOMMIER, F., y SAVARIAUX, C. (2004): «Seeing to hear better: Evidence for early audio-visual interactions in speech identification», *Cognition*, 93, 2, B69-B78.
- SMILJANIĆ, R. y BRADLOW, A.R. (2009): «Speaking and hearing clearly: Talker and listener factors in speaking style changes», *Language and Linguistics Compass* 3, 1, pp. 236-264.
- SUMBY, W.H y POLLACK I. (1954): «Visual contribution to speech intelligibility in noise», *Journal of the Acoustical Society of America* 26, 2, pp. 212-215.
- TAYLOR, B. (2003): «Speech-in-noise tests. How and why to include them in your basic test battery», *The hearing journal* 56, 1, pp. 40-44.
- TILLMAN, T.W., CARHART, R., y OLSEN, W.O. (1970): «Hearing aid efficiency in a competing speech situation», *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 13(4), pp. 789-811.
- TYLER, R.S., PARKINSON, A.J., WILSON, B.S., WITT, S., PREECE, J.P. y NOBLE, W. (2002): «Patients utilizing a hearing aid and a cochlear implant: Speech perception and localization», *Ear & Hearing* 23, 2, pp. 98-105.
- VAN ENGEN, K.J., y BRADLOW, A.R. (2007): «Sentence recognition in native-and foreign-language multi-talker background noise», *The Journal of the Acoustical Society of America* 121, 1, pp. 519-526
- VAN ROOIJ, J.C.G.M. y PLOMP, R. (1990): «Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. II: Multivariate analyses», *Journal of the Acoustical Society of America* 88, 6, pp. 2611-2624.
- WACKYM, P.A., RUNGE-SAMUELSON, C.L., FIRSZT, J.B., ALKAF, F.M. y BURG, L.S. (2007): «More challenging speech-perception tasks demonstrate binaural benefit in bilateral cochlear implant users», *Ear & Hearing* 282, pp. 80s-85s.

- WILSON, R.H. (2003): «Development of a speech-in-multitalker-babble paradigm to assess word-recognition performance», *Journal of the American Academy of Audiology* 14, 9, pp. 453-470.
- WILSON, R.H., McARDLE R.A. y SMITH, S.L. (2007): «An evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN Materials on Listeners With Normal Hearing and listeners with hearing loss», *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 50, pp. 844-856.
- WONG P., JIN, J. X., GUNASEKERA, G.M., ABEL, R., LEE, E.R. y DHAR, S. (2009): «Aging and cortical mechanisms of speech perception in noise», *Neuropsychologia* 47, 3, pp. 693-703.
- ZIEGLER J.C., PECH-GEORGEL, C., GEORGE, F. y LORENZI, C. (2009): «Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia», *Developmental Science* 12, pp. 732-745.

Edita
SeL

