



Reconocimiento visual del patrón de articulación de palabras en español: Un estudio conductual

Visual recognition of Spanish word articulation pattern: A behavioral study

Recibido: 17-01-2022 Aceptado: 28-02-2023 Publicado: 30-06-2023

Pedro Alfaro-Faccio

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
pedro.alfaro@pucv.cl

0000-0003-2601-3988

María Francisca Alonso Sánchez

Centro de Investigación del Desarrollo en Cognición y
Lenguaje, Universidad de Valparaíso.
mariafrancisca.alonso@uv.cl

0000-0002-6638-1374

Vannia Olivares-Morales

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
vannia.olivares.m@mail.pucv.cl

0000-0002-3690-7603

Resumen: Diversas evidencias parecen indicar que, durante la comprensión oral, el procesamiento del habla se realiza a partir de la información verbal auditiva y de la información viso-gestual proveniente del interlocutor. En este marco, se evaluó el tiempo y la precisión de respuestas de sujetos oyentes en una tarea de lectura labial con el patrón acústico suprimido. En ella, 25 participantes adultos, sin diagnóstico de patologías lingüísticas o cognitivas ni discapacidad auditiva o visual, debían distinguir si estaban frente a una palabra del español a partir de la visualización de su articulación. Para la tarea se construyeron 240 estímulos, divididos en tres grupos de 80 'Palabras' del español, 80 'Pseudopalabras' del español y 80 'No-Palabras', presentados en forma aleatoria. Los resultados respecto del tiempo de respuesta indicaron que las 'Palabras' ($m=717,6ms$) se reconocen con una velocidad menor que las 'Pseudopalabras' ($m=809,5ms$) y las 'No-Palabras' ($7633,7ms$); mientras que las 'Pseudopalabras' demoraron más en ser respondidas que las 'No-Palabras'. Por su parte, en los resultados de precisión los estímulos presentaron el siguiente patrón de reconocimiento: 'Palabras' < 'Pseudopalabras' < 'No-Palabras' (correspondientes a un 59,89%, 62,5% y 86,3%, respectivamente). Del mismo modo, se encontró evidencia robusta de la relación entre el tipo de estímulo presentado y el acierto/desacierto de

Citación: Alfaro-Faccio, P., Alonso, M. y Olivares-Morales, V. (2023). Reconocimiento visual del patrón de articulación de palabras en español. Un estudio conductual. *Logos: Revista de Lingüística, Filosofía y Literatura*, 33(1), 01-19. doi.org/10.15443/RL3301



Este trabajo se encuentra bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0.

las respuestas, aunque el modelo indica que la condición 'No-Palabra' es reconocida con mayor facilidad y que la diferencia entre 'Palabras' y las 'Pseudopalabras' no es relevante. Asimismo, se observó una relación entre la menor velocidad y el desacierto en las respuestas. Estos datos corroboran la hipótesis de la integración de información proveniente de la percepción visual y el procesamiento del lenguaje, al mismo tiempo que permiten proyectar trabajos futuros con evidencias electrofisiológicas.

Palabras Clave: procesamiento del lenguaje – gestualidad – motricidad – facultad del lenguaje

Abstract: Several evidences seem to indicate that, during oral comprehension, speech processing is performed on the basis of auditory verbal information and visuo-gestural information coming from the interlocutor. In this framework, the time and accuracy of responses of hearing subjects were evaluated in a lip-reading task with the acoustic pattern suppressed. In this task, 25 adult participants, without a diagnosis of linguistic or cognitive pathologies or hearing or visual impairment, had to distinguish whether they were facing a Spanish word based on the visualization of its articulation. For the task, 240 stimuli were constructed, divided into three groups of 80 Spanish 'Words', 80 Spanish 'Pseudo-words' and 80 'Non-words', presented randomly. The results regarding response time indicated that the 'Words' ($m=717.6ms$) were recognized at a slower speed than the 'Pseudowords' ($m=809.5ms$) and the 'Non-Words' ($7633.7ms$); while the 'Pseudowords' took longer to be responded to than the 'Non-Words'. On the other hand, in the accuracy results, the stimuli presented the following recognition pattern: 'Words' < 'Pseudowords' < 'Non-Words' (corresponding to 59.89%, 62.5% and 86.3%, respectively). Similarly, robust evidence was found for a relationship between the type of stimulus presented and the hit/miss of responses, although the model indicates that the 'Non-Word' condition is more easily recognized and that the difference between 'Words' and 'Pseudowords' is not relevant. Likewise, a relationship was observed between lower speed and response inaccuracy. These data corroborate the hypothesis of the integration of information from visual perception and language processing, at the same time allowing future work to be projected with electrophysiological evidence.

Keywords: language processing – gesture – motor skills – faculty of language

Introducción

Uno de los aspectos centrales de la definición tradicional de la Facultad del Lenguaje consiste en que esta facultad opera de forma autónoma, lo que quiere decir que funciona de forma diferenciada de los demás procesos cognitivos humanos, puesto que la cognición -en términos estructurales- estaría compuesta por módulos específicos y especializados en distintos tipos de procesos, tales como los movimientos corporales,

la toma de decisiones, la atención o las emociones, entre otros, dentro de los que se encontraría el lenguaje (Fodor, 1986). Asimismo, de esta propuesta modularista se desprende la idea de que en el cerebro humano deben existir áreas especializadas y específicas para cada una de las funciones con que la cognición humana cuenta, tal como se propone para el lenguaje.

Ahora bien, esta correspondencia absoluta entre la cognición y el cerebro, que ha sido útil para el desarrollo de diversas disciplinas -pues efectivamente predice algunos fenómenos del comportamiento-, parece debilitarse cada vez más, debido al acercamiento teórico y metodológico de la psicología cognitiva -que tradicionalmente estudiaba funciones mentales superiores- y la neurociencia -que se había enfocado en aspectos bioquímicos, farmacológicos y patológicos del sistema nervioso-, cuya conjunción ha permitido describir y explicar diversos mecanismos biológicos subyacentes a la cognición, con un enfoque específico en los sustratos neuronales de los procesos mentales y sus manifestaciones conductuales (Redolar, 2013; Kemmerer, 2015).

En este marco, destacan las investigaciones de Ullman (2001a, 2001b), quien, redefiniendo una antigua propuesta de Piaget (1971), hace hincapié en el hecho de que el desarrollo del lenguaje ocurre en concomitancia con los procesos sensoriomotores (Ullman *et al.*, 1997). Así, la representación neurológica de la Facultad del lenguaje debería compartir un sustrato neuronal con otras capacidades cognitivas humanas relacionadas con las habilidades motoras. Los datos experimentales más consistentes en esta línea provienen de las pruebas realizadas sobre niños con Trastorno Específico del Lenguaje (TEL), quienes característicamente presentan problemas de procesamiento gramatical (Leonard, 2014). Los hallazgos parecen indicar que los sujetos con esta patología tienen una configuración atípica de los ganglios frontales basales y el cerebelo. Estas zonas del cerebro permiten, en términos cognitivos, el desenvolvimiento del sistema de memoria procedimental. En el caso de los niños con TEL, esto repercutiría en el aprendizaje, almacenamiento y procesamiento de sistemas reglados en general y, por lo tanto, en cualquier tipo de comportamiento, sensoriomotor o cognitivo que se base en uso de reglas. A partir de allí, Ullman y Pierpont (2005) señalan que el TEL no es un trastorno que afecta específicamente al lenguaje, sino que es una de las manifestaciones sintomatológicas de una condición neurocognitiva subyacente a este, que impide el manejo adecuado de las reglas de la lengua, que serían la base de la Facultad del Lenguaje. Este hallazgo es particularmente relevante, pues parece evidenciar que el lenguaje tiene un anclaje cerebral en áreas motoras asociadas a la memoria, estructuras tradicionalmente no ligadas al estudio del lenguaje.

Ahora bien, esta idea no parece tan descabellada si -como se señaló- consideramos que el lenguaje oral tiene un componente eminentemente motor, el que permite la articulación y la sincronización de movimientos infragloticos (pulmones, alvéolos), glóticos (laringe, cuerdas vocales) y supraglóticos (lengua, labios) para la generación de sonidos lingüísticos durante la fonación. Del mismo modo que también tiene un componente

visomotor, relacionado con la percepción de los movimientos durante el habla del otro y, probablemente, con el procesamiento de la información mediante la predicción de nuestras propias acciones, y la anticipación y comprensión de los movimientos ajenos, cuestiones ampliamente estudiadas desde la cognición motora (Smith & Kosslyn, 2008). En efecto, además de los hallazgos señalados, existe una larga tradición de estudios con enfoque psicolingüístico que han hallado evidencias respecto de la relación entre lenguaje y motricidad, cuyos principales focos de atención han sido la interdependencia de la competencia lingüística y la gestualidad (McNeil, 1985; Feyereisen, 1987; Thal & Tobias, 1994), la concomitancia de ambos dominios en el desarrollo ontogenético (Bates & Dick, 2002; Iverson, 2010) y la relación entre patologías lingüístico-cognitivas y las habilidades motoras (Viholainen, H., Ahonen, T., Cantell, M., Lyytinen, P., & Lyytinen, H., 2002; DiDonato Brumbach & Goffman, 2014; Jeoung, 2018). Estas evidencias cobran aún más sentido si consideramos que el procesamiento del lenguaje involucra, por un lado, la activación de sistemas perceptuales y motores y, por otro, la producción de sonidos, a través de movimientos articulatorios del habla que son mediados por aspectos auditivos, en términos de la retroalimentación en la producción vocal. Desde este marco, se han observado variadas relaciones entre lenguaje oral y motricidad, que van desde el desarrollo temprano del lenguaje (Libertus & Violi, 2016) hasta el estudio de los mecanismos neuronales que median la comprensión de conceptos abstractos (Ghio & Tettamanti, 2010). Asimismo, existe una especialización neurocognitiva de la percepción acústica del habla, que implica la capacidad de determinar la forma física del espectro acústico, y detectar y discriminar la amplitud y la frecuencia modulada de la onda sonora (Bailey & Snowling, 2002), y que parece ser la base de la comunicación lingüística y su desarrollo filogenético (Aboitiz, 2017).

En este sentido, observar la activación motora durante tareas de lenguaje podría aportar evidencia en esta línea, sin embargo, se haría necesario aislar el componente auditivo -típicamentelingüístico- de las tareas. En el contexto del proyecto PUCVDI039.450/2020, la presente investigación buscó determinar si un grupo de hispanohablantes adultos -monolingües, sin patologías sensoriales, cognitivas o lingüísticas- era capaz reconocer visualmente si los estímulos que se les presentan corresponden a palabras de su lengua materna, mediante la medición de la precisión y velocidad de respuesta en una tarea experimental, compuesta por 'Palabras', 'Pseudopalabras' y 'No-Palabras' del español, presentadas en forma aleatoria sin audio.

Psicolingüística del habla

A partir de la década de 1970, surgen diferentes modelos para explicar el procesamiento del habla (Dieguéz & Peña, 2012). Ejemplo de ello son los -ampliamente discutidos- modelos de afasia motora (1861), en los que se asocia la producción del habla con la activación de programas de articulación ubicados en el área de Broca (Caplan, 1992);

el Modelo de procesamiento del lenguaje de Wernicke-Geschwind (1970) que propone que la producción de un mensaje es un proceso complejo que implica la transmisión de información desde el área de Wernicke hacia el área de Broca por medio del fascículo arqueado; y el Modelo de doble ruta de Hickok y Poeppel (2007), el que propone que para el procesamiento de la información existe una ruta ventral, que se encargaría de la comprensión del lenguaje oral y una ruta dorsal, que se encargaría de la producción del discurso.

Ahora bien, a pesar de las diferencias teóricas, metodológicas y empíricas entre estos y otros modelos, en todos es posible distinguir al menos cuatro componentes de básicos para el procesamiento del habla: 'periferia', 'memoria léxica y semántica', 'procesamiento sintáctico' y 'procesamiento discursivo'.

La 'periferia' alude al reconocimiento de forma diferenciada de la información verbal de aquella que no es verbal, gracias a la activación de diversos circuitos neuronales que permiten la discriminación entre lenguaje y no lenguaje, es decir, entre sonidos lingüísticos y sonidos no-lingüísticos. En este último caso, el sistema envía los estímulos reconocidos como no-lingüísticos a subsistemas particulares para procesarlos según su naturaleza (Benedet, 2006). En cuanto a la 'memoria léxica y semántica', ocurre que, luego del reconocimiento de la cadena de sonidos como una cadena lingüística, se hace necesario activar e identificar la unidad sonora percibida como una 'Palabra' de la lengua, es decir, como una unidad léxica portadora de un significado particular (Dieguéz & Peña, 2012). El 'procesamiento sintáctico', por su parte, consiste en la categorización y ordenamiento jerárquico de las unidades léxicas reconocidas como tales. Este proceso, finalmente, da paso al 'procesamiento del discurso', producto de la integración de la información léxica del texto percibido con los conocimientos previos que el hablante posee. Cabe destacar que, tanto la extracción léxica y semántica; como los análisis sintácticos y discursivos ocurren en simultáneo y paralelo, respectivamente.

Si bien gran parte de los modelos neuro y psicolingüísticos parten de la base de que este procesamiento se sustenta en una serie de mecanismos neuronales y cognitivos internos al sujeto que permiten procesar la señal acústica, transformarla en señal electroquímica y finalmente comprender el mensaje, es necesario indicar que la señal acústica percibida proviene de un medio ruidoso, puesto que cualquier cambio de intensidad y frecuencia percibida generará variaciones en la señal física y, por lo tanto, afectará la representación del contenido del mensaje, a partir de cambios en todos o cualquiera de los niveles de la lengua (Benedet, 2006). No obstante, a pesar del inherente ruido del medio físico por el que viaja la señal acústica, los hablantes somos altamente eficientes al realizar esta tarea.

En este contexto, en la percepción del habla tienen una participación relevante ciertos rasgos facilitadores que acompañan a la señal acústica y contribuyen a determinar qué es relevante o irrelevante en la señal percibida, a partir de la experiencia, las expectativas, y patrones redundantes, conocidos previamente por el hablante (Campbell,

2007). Respecto del lenguaje hablado, dentro de dichos rasgos, tiene un rol central la información visual proveniente del interlocutor, generada a partir de sus movimientos faciales. De este modo, la representación mental del lenguaje sería producto de una mediación entre un constante flujo bidireccional de información, en el que *inputs* y *outputs* viajan por las ramificaciones que se interconectan entre sí, generando una cadena de información que resulta de procesos ascendentes o descendentes.

Así, esta vinculación intermodal, por un lado, complementa la información acústica, pues especifica qué información es necesaria procesar como información lingüística; y, por otro, se correlaciona con ella, en el sentido que la señal visual duplica la información auditiva. Dicho de otro modo, la información que impulsa la activación se relaciona en su mayoría con los aspectos dinámicos del flujo de voz escuchado -modo correlacionado- y en un menor grado con la visibilidad de configuraciones faciales específicas -modo complementario-. A partir de allí Campbell (2007) concluye que el reconocimiento facial articulatorio por parte del receptor, contribuye al procesamiento del mensaje oral exitoso.

Es así como la motricidad del otro afecta la representación mental de la articulación propia y activa una programación y una preparación de acciones posteriores no concretadas a partir de imágenes motoras. Ahora bien, estas representaciones se forman mediante un efecto de *priming* que facilita el procesamiento previo; particularmente, en este caso, el *priming* motor sería el proceso y producto de la observación de un movimiento facilitador de una respuesta motora similar (Shebani & Pulvermüller, 2018).

Este fenómeno psicológico, habilitado por gran diversidad de áreas corticales que participan en la percepción de movimientos (Inamizu et al., 2020), podría ser la base que explicaría por qué los movimientos faciales del lenguaje se distribuyen de modo uniforme entre los hablantes de una lengua, al mismo tiempo que llevan a la conclusión de que este proceso de percepción visual forma parte de la comprensión de la información.

Método

Participantes

Esta investigación buscó determinar si un grupo de 25 hispanohablantes monolingües eran capaces de distinguir la articulación de palabras de su lengua, a partir de una tarea de lectura labial con el contenido acústico suprimido.

Este grupo estuvo compuesto por 13 hombres, con una media de edad de 25a;7m (mín=23, máx=29; dev est=2,18), y 12 mujeres con una media de edad de 26a; 11m

(mín=23, máx=30, dev est=2,35). El grupo contaba con una media de 20 años de estudios (mín=20, máx=23, dev est=1,9) y no presentaban patologías cognitivas, lingüísticas ni sensoriales.

Construcción de estímulos

Se elaboró una tarea que presentaba 240 estímulos en forma visual sin audio. Estos estímulos correspondían a la articulación de 80 'palabras', 80 'pseudopalabras' y 80 'no-palabras' del español por parte de un actor y una actriz, de 28 y 25 años, respectivamente. Ellos fueron grabados, en primer plano, por una cámara digital que registró la articulación de los 240 estímulos (120 estímulos cada uno) de forma individual. La articulación de cada estímulo fue realizada de forma clara y con el área labiofacial despejada.

Para la construcción de los estímulos se siguieron diversos procedimientos. Así, para la creación del material lingüístico, se seleccionó un patrón fónico del español frecuente y de duración estándar. Se optó por una estructura trisilábica, con acentuación llana, estructura 'cvcvcv', de una duración aproximada de 400 milisegundos.

Apartir de allí, se realizó la construcción del corpus de 'Palabras'. Para esto se seleccionaron 80 sustantivos del español que cumplieran con la estructura antes señalada, mediante a utilización de la plataforma léxica Duchon, Perea, Sebastián-Gallés, Martí y Carreiras (2012), cuya base de datos contiene 300 millones de palabras en español, organizados según índices semánticos, ortográficos y fonológicos, administrada por Basque Center on Cognition, Brain and Language, BCBL. La frecuencia de los sustantivos escogidos estuvo en un rango de 25-50% de aparición.

Siguiendo el mismo patrón señalado, se procedió a construir el corpus de 'Pseudopalabras'. Para ello se utilizó un generador automático de pseudopalabras Wuggy para experimentos psicolingüísticos. Este software, a partir del patrón silábico de un corpus dado -en este caso, los 80 sustantivos del corpus de palabras- realiza una recombinación de las sílabas en función de su punto y modo de articulación. A partir de este procedimiento, se seleccionaron un total de 80 'Pseudopalabras', como por ejemplo 'serota', 'cavito', 'devila', etc.

Finalmente, para la construcción del corpus de 'No-Palabras', se tomó como base la propuesta de Hualde (2014) sobre las reglas de construcción silábica del español que dan como resultado una palabra posible en el mismo idioma. Así, a partir de la oposición de estas reglas, se crearon manualmente 'No-Palabras' del español, que contemplaran una duración promedio a la seguida por las 'Palabras' y 'Pseudopalabras' y el mismo número de fonemas. Ejemplo de estas unidades son 'burictp', 'schoms', 'clotchc', etc.

Implementación de la tarea

La implementación se realizó mediante el software E-Prime. A partir de una distribución de condiciones experimentales (*Trial List*), la prueba se dividió en las variables independientes que a su vez se componían de ensayos (*Trial Proc*), en los que sucedían los eventos que conforman un ensayo para el análisis. Específicamente, dentro del *Trial Proc* se encontraban 5 ensayos, en lo que se consideraba: (1) Fijación a partir de la imagen de la boca del modelo, (2) *Target* del estímulo seleccionado, ya sea 'Palabra', 'Pseudopalabra' o 'No-Palabra'; (3) *Feedback* de comprobación a partir de una pregunta que el sujeto debe responder y (4) *Prime* nuevamente que permita determinar con facilidad el término de la actividad cognitiva.

Los estímulos se presentaron de forma aleatoria y el tiempo aproximado de duración de cada uno de los *Trials* fue de 2000 milisegundos en el caso de las fijaciones, 4000 milisegundos para el *Target* y un tiempo sin estimar para la respuesta del *Feedback* de cada lista, pues fue una tarea autoadministrada. Con todo ello, la duración total de la tarea fue de 30 minutos por sujeto. La Figura 1 grafica la estructura de la tarea.

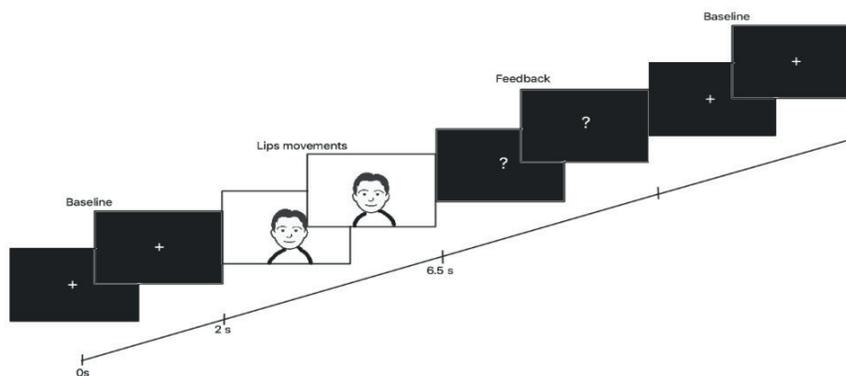


Figura 1. Esquema de la tarea.

La prueba fue aplicada en un computador con una pantalla de 15" en un espacio cerrado y silencioso -privado de distracciones- a una distancia estimada de 50 cm de separación entre la pantalla y la persona sentada cómodamente. Además, los sujetos contaban con una botonera adaptada que registró los tiempos y la precisión de las respuestas a la pregunta "Lo que acabas de ver, ¿es una palabra?", donde: [1] correspondía a SÍ y [3] correspondía a NO. A partir de este procedimiento se obtuvieron 2000 *trials* (datos) de precisión y de velocidad de respuesta. En este sentido, la hipótesis de esta investigación señala que el tipo de estímulo -'Palabras', 'Pseudopalabras' o 'No-Palabras'- debería afectar la precisión y velocidad de respuesta.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa de análisis estadístico de licencia libre JASP, versión 0.11.

Resultados

Como indica la Tabla 1, en cuanto a la precisión de las respuestas, los participantes mostraron reconocer con mayor precisión las 'No-Palabras' (1726), seguidas por las 'Pseudopalabras' (1249) y las 'Palabras' (1196), según el valor de la suma de las observaciones. Cabe destacar que dicho valor corresponde a un ajuste de la base de datos, que en el caso de las palabras consignó la respuesta SÍ con valor 1 y NO con valor 0; mientras que para las 'Pseudopalabras' y 'No-Palabras' lo respuesta SÍ tuvo valor 0 y NO 1, para efectos de la interpretación como reconocimiento, puesto que, como se señaló, los participantes debían responder a la pregunta "Lo que acabas de ver, ¿es una palabra?".

Tabla 1. *Tabla de contingencia precisión de respuesta*

	Precisión de respuesta		
	Acierto n (%)	Desacierto n (%)	Total
Pseudopalabras	1249 (62.5%)	751(37.5%)	2000
No-palabras	1726 (86.3%)	274(13.7%)	2000
Palabras	1196 (59.8%)	804 (40.2%)	2000
Total	4171 (69.5%)	1829 (30.5%)	6000

A partir de estos datos se aplicó un análisis multinomial conjunto bayesiano, cuyo Factor de Bayes fue >10000. Estos resultados indicaron evidencia robusta de la relación entre el tipo de estímulo presentado y el acierto/desacierto de las respuestas. Sin embargo, entre las condiciones 'pseudopalabra' y 'palabra' se observó un Factor de Bayes de 0,254.

Respecto de la velocidad de respuesta, como muestra la tabla 2, los participantes evidenciaron mejor desempeño en las medias de los tiempos de aciertos en las 'Palabras', seguidas de las 'No-Palabras' y las 'Pseudopalabras', a pesar de la alta dispersión de las respuestas en todas las condiciones.

Tabla 2. Datos descriptivos velocidad de respuesta

	Velocidad de respuesta		
	Pseudopalabras	No-palabras	Palabras
Aciertos	1249	1726	1196
Media	809,5 (ms)	763,77 (ms)	717,62 (ms)
Mediana	441 (ms)	444 (ms)	449 (ms)
Moda	248 (ms)	404 (ms)	359 (ms)
Mínimo	7 (ms)	6 (ms)	8 (ms)
Máximo	10147 (ms)	11186 (ms)	11929 (ms)
Desv. Est.	1147,72	1081,46	105,29
Coef de Var	141,78,2%	141,59%	140,08%
Varianza	1,32 ⁶	1,17 ⁶	1,01 ⁶

Posteriormente, a fin de establecer las diferencias en la velocidad de respuesta en el acierto y desacierto para cada una de las condiciones, se llevó a cabo un Análisis de Varianza Bayesiano.

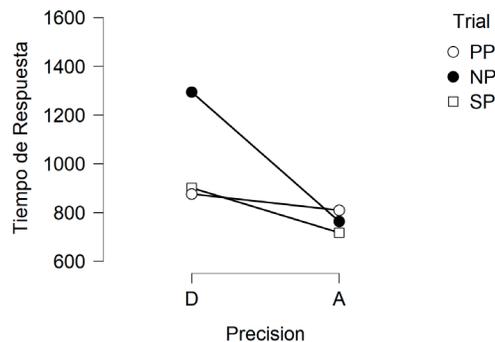


Figura 2. Interacción entre velocidad y precisión de las respuestas (PP=Palabras, NP=No-Palabra. SP=Pseudopalabras).

Tal como se representa en la figura 2, no se observan diferencias en la velocidad de respuesta para todas las condiciones en los ensayos con acierto en la respuesta. El modelo nulo, es decir, la inexistencia de diferencia en la distribución de los grupos, presentó evidencia anecdótica, con un factor de bayes de 1, en contraste a un factor de bayes de 1,1 del modelo alternativo con un porcentaje de error de 1,225. Adicionalmente, el análisis Post-Hoc indicó que no hay evidencia de diferencias entre las condiciones 'Pseudopalabras' versus 'No-Palabras' (Factor de bayes=0,077; % de error<0,000), 'Pseudopalabras' versus 'Palabra' (Factor de bayes=0,408; % de error<0,000) ni entre las condiciones 'No-Palabras' versus 'Palabra' (Factor de bayes=0,083; % de error<0,000).

Así, los resultados indicaron que no es posible atribuir la variación observada en los tiempos de respuesta al tipo estímulo presentado.

Ahora bien, en los ensayos con desacierto se observó que la velocidad difiere entre condiciones. En este caso, el Análisis de Varianza bayesiano indicó que la diferencia entre condiciones es 25 veces más probable que el modelo nulo, con un porcentaje de error de 0,837. En el análisis Post-Hoc, por otro lado, se observó evidencia muy robusta a favor del modelo alternativo de las diferencias entre las condiciones 'Pseudopalabras' versus 'No-Palabra' (Factor de bayes=11357; % de error<0,000) y entre las condiciones 'No-Palabras' versus 'Palabra' (Factor de bayes=1038; % de error<0,000), mientras que entre las condiciones 'Pseudopalabras' versus 'Palabra' se observó evidencia anecdótica (Factor de bayes=0,063; % de error<0,098).

Finalmente, se realizó un Análisis de Varianza bayesiano con el fin de comparar la velocidad de respuesta en cada una de las condiciones. Así, se comparó el acierto y el desacierto, en cuanto a la velocidad de respuesta de las tres condiciones en estudio. En este caso, el modelo alternativo para la condición 'No-Palabra' mostró evidencia robusta de la diferencia entre la velocidad de respuesta entre los aciertos y los desaciertos con un factor de bayes >10000 y un porcentaje de error <0,000. En la condición 'Pseudopalabra' se observó evidencia moderada para el modelo nulo con un factor de bayes de 1, y un factor de bayes para el modelo alternativo de 0,124, con un porcentaje de error <0,000. Para la condición de 'Palabra' se observó que la diferencia de la velocidad de respuesta entre los aciertos y desaciertos es 69,5 veces más probable que el modelo, nulo con un porcentaje de error <0,000. En términos sencillos, la diferencia entre la velocidad de los aciertos y desacierto muestra evidencia extremadamente robusta para la condición 'No-Palabra', evidencia muy robusta para la condición 'Palabra' y evidencia anecdótica para la condición 'Pseudopalabra'.

Discusión

El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad que tienen los hablantes de reconocer unidades de su lengua a partir de la observación de su articulación. En términos generales, los datos recopilados a través de este experimento indican una relación entre ambos hechos.

En el caso de la precisión de las respuestas se trabajó bajo la hipótesis de que los hablantes diferenciarían los tipos de estímulos, dado que reconocen visualmente los patrones articulatorios del español. Como indicaron los valores de la tabla 1, los participantes reconocieron con mayor precisión las 'No-Palabras' (1726), seguidas por las 'Pseudopalabras' (1249) y las 'Palabras' (1196). Como se señaló, además, se encontró evidencia robusta de la relación entre el tipo de estímulo presentado y el acierto/desacierto de las respuestas. Asimismo, los valores del modelo estadístico

de la probabilidad de acierto en la condición 'No-Palabra' parecen indicar que los participantes reconocen con facilidad los estímulos que no cumplen con los patrones articulatorios percibidos en forma visual. Frente a ello, no se encontraron diferencias en la probabilidad de acierto entre las 'Palabras' y las 'Pseudopalabras', lo que da cuenta que estos dos últimos tipos de condiciones actuaron de forma similar.

Este comportamiento podría deberse a que los estímulos 'Palabras' y 'Pseudopalabras' presentan patrones articulatorios similares entre sí y, por lo tanto, los hablantes español son capaces de reconocerlos de este modo, lo que estaría en consonancia con lo planteado por Campbell (2007), respecto de la ayuda que brinda la la observación de la articulación facial en comprensión oral. Del mismo modo, podrían ser un reflejo del efecto de *priming* motor que describen Shebani y Pulvermüller (2018), pero, en este caso, para el español. Por añadidura, los estímulos 'No-Palabra' también son reconocidos, pero por el motivo opuesto, es decir, porque presentan una articulación completamente diferente a la del español.

Respecto de la velocidad con que se reconocieron los tipos de estímulos se pudo observar que el desacierto fue mayor que el acierto, es decir, cuando los participantes no acertaron en el reconocimiento de las unidades en estudio, tardaron más tiempo en responder. En consecuencia, esto implica que las unidades que se reconocen de forma acertada, también son reconocidas de manera rápida. Estos resultados podrían indicar cierto grado de automatización del procesamiento de las unidades de la lengua. En efecto, tanto en la condición 'Palabra' como en la condición 'No-Palabra' se observó una diferencia en la velocidad de respuesta entre acierto/desacierto; y, de hecho, como se señaló más arriba, en el desacierto de la condición 'Palabra', la diferencia en la velocidad de respuesta tiene una probabilidad de 69 veces de ocurrir con menor velocidad. De modo similar, en la condición 'No-Palabra' es 10.000 veces más probable que el desacierto ocurra con menor velocidad. Esta diferencia sugiere que los participantes tomaron más tiempo para procesar los estímulos cuya respuesta fue reconocida con menor precisión. La combinación de ambos factores, en este sentido, podría indicar que una carga de procesamiento mayor se relacionaría con una mayor probabilidad de respuesta incorrecta.

En el caso de las 'Pseudopalabras', en cambio, se observó una leve diferencia en la distribución posterior de la velocidad entre el desacierto/acierto. Esto indicaría que, si bien el porcentaje de acierto no es diferente al de la condición palabra, la velocidad de respuesta en el desacierto de las 'Pseudopalabras' es levemente menor. En términos del procesamiento, la mantención de la velocidad de respuesta en respuestas incorrectas sugiere que los participantes no inhiben su primera respuesta o bien no realizan un reanálisis del estímulo. Sin embargo, no es parte del objetivo de este reporte explicar la naturaleza de la interacción.

Finalmente, en cuanto a las respuestas acertadas, la velocidad fue mayor en la condición 'Palabra' que la de 'No-Palabra' y esta, a su vez, fue mayor que en las 'Pseudopalabras'.

A pesar de esta diferencia, el modelo apoya la hipótesis de que no hay evidencia que diferencie entre la velocidad de las condiciones. Por su parte, en las respuestas con desacierto la condición 'No-Palabra' presentó un tiempo de respuesta mayor que en las condiciones 'Pseudopalabra' y 'Palabra', y, en este caso, el modelo mostró que no hay diferencia dentro del desacierto entre las condiciones 'Palabra' y 'Pseudopalabra'.

Todos estos datos conductuales parecen estar en consonancia con los hallazgos electrofisiológicos que respaldan la hipótesis de una relación entre la psicomotricidad y el lenguaje. Ahora bien, la mayor parte de las evidencias recientes provienen del estudio neurolingüístico con signantes. Así, Neville y Bavelier (1996) estudiaron el funcionamiento neurocognitivo de oyentes y signantes y descubrieron que la respuesta inducida por estímulos visuales periféricos es superior a la respuesta de los oyentes, y con una distribución diferente en el cuero cabelludo, lo que indicaría la intervención de sistemas neuronales desplazados desde las áreas típicamente dedicadas a la audición a otras típicamente motoras. Asimismo, Prado-Gutiérrez et al. (2010) determinaron que los estímulos visuales relacionados con el habla provocan una mayor estimulación temporal en los sujetos sordos con implante coclear que en oyentes con audición normal. Asimismo, Brookshire et al. (2017), He et al. (2018) y Kubicek y Quandt (2019) y otros han hallado evidencias que parecen indicar que no parece erróneo suponer que los sujetos signantes/sordos responden de forma más significativa a los estímulos visuales y motores, que los hablantes/oyentes tanto en percepción de estímulos lingüísticos como en su comprensión, lo que podría indicar que el lenguaje humano está directamente ligado con lo psicomotor.

Conclusiones

Los resultados conductuales de precisión y velocidad de la respuesta de este estudio indican una relación directa entre la observación del patrón articulatorio y el reconocimiento de unidades de la lengua. Estos hallazgos contribuyen a argumentar que el comportamiento lingüístico -específicamente, el procesamiento del lenguaje y sus unidades- no puede ser desligado de la psicomotricidad. En efecto, parece razonable elucubrar que dicha relación, que supone necesariamente un sistema neurocognitivo a la base del lenguaje, pero compartido con otras funciones, tal como señalan Elman et al. (1996), podría explicar por qué los humanos desarrollamos lenguas orales, visomotoras e, incluso, somatosensoriales, lo que a nuestro entender relativizaría la noción tradicional de facultad del lenguaje e, incluso, podría ir más allá de la propuesta de Ullman (2001a, 2001b), respecto de los sistemas de memoria, en el contexto del Declarative/Procedural Model. La proyección de estos resultados consiste en determinar si estos fenómenos conductuales concuerdan con evidencias electrofisiológicas o de activación de áreas cerebrales asociadas al lenguaje y la visomotricidad.

Agradecimientos

Proyecto PUCV DI 039.450/2020

Referencias

- Aboitiz, F. (2017). *A Brain for Speech*. London: Palgrave Macmillan UK.
- Bailey, P. & Snowling, M. (2002). Auditory processing and the development of language and literacy. *British Medical Bulletin*, 63(1), 135–146.
- Bates, E., & Dick, F. (2002). Language, gesture, and the developing brain. *Developmental Psychobiology*, 40(3), 293–310.
- Benedet, M.J. (2006). *Acercamiento neurolingüístico a las alteraciones del lenguaje. Neurolingüística. Aplicaciones a la clínica*. Vol 2. Madrid: EOS.
- Brookshire, G., Lu, J., Nusbaum, H. C., Goldin-Meadow, S., & Casasanto, D. (2017). Visual cortex entrains to sign language. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(24), 6352–6357.
- Campbell, N. & Reece, J. (2007). *Biología*. Ed. Médica Panamericana.
- DiDonato Brumbach, A., & Goffman, L. (2014). Interaction of Language Processing and Motor Skill in Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(1), 158–171.
- Diéguez-Vide, F. Peña-Casanova, J. (2012). *Cerebro y lenguaje. Sintomatología neurolingüística*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Duchon, A., Perea, M., Sebastián-Gallés, N., Martí, A., Carreiras, M. (2012). *EsPal: One-stop Shopping for Spanish Word Properties*. Behavior Research Methods.
- Elman, J., Bates, E., Johnson, M., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D. & Plunket, K. (1996). *Rethinking innateness: A connectionist perspective on development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Feyereisen, P. (1987). Gestures and speech, interactions and separations: A reply to McNeill (1985). *Psychological Review*, 94(4), 493–498.
- Fodor, J. (1986). *La modularidad de la mente: Un ensayo sobre la psicología de las facultades*. Madrid: Morata.
- Ghio, M., & Tettamanti, M. (2010). Semantic domain-specific functional integration for action-related vs. abstract concepts. *Brain & Language*, 112, 223–232.
- He, Y., Steines, M., Sammer, G., Nagels, A., Kircher, T., & Straube, B. (2018). Action-Related Speech Modulates Beta Oscillations During Observation of Tool-Use Gestures. *Brain Topography*, 31(5), 838–847.

- Hickok, G. & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature reviews. Volumen 8*, 393-402.
- Hualde, J. (2014). *Los sonidos del español*. Cambridge University Press.
- Inamizu, S.; Yamada, E.; Ogata, K.; Uehara, T.; Kira, J.; Tobimatsu, S. (2020). *Neuromagnetic correlates of hemispheric specialization for face and word recognition*. Neuroscience Research, ISSN: 0168-0102, Vol: 156, Page: 108-116.
- Iverson, A. (2010). Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, 37(2), 229-261.
- Jeoung, B. (2018). Motor proficiency differences among students with intellectual disabilities, autism, and developmental disability. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(2), 275-281.
- Kemmerer, D. (2015). *Cognitive neuroscience of language*. New York: Psychology Press.
- Kubicek, E. & Quandt, L. C. (2019). Sensorimotor system engagement during ASL sign perception: An EEG study in deaf signers and hearing non-signers. *Cortex*, 119, 457-469.
- Leonard, L. (2014). Children with specific language impairment and their contribution to the study of language development. *Journal of child language*, 41(1), 38-47.
- Libertus, K. & Violi, D. (2016). Sit to Talk: Relation between Motor Skills and Language Development in Infancy. *Frontiers in Psychology*, 7, 1-8.
- Piaget, J. (1971). *Epistemología y Psicología de la Identidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Prado-Gutiérrez, P., Khwaja, S., Embleton, K., Iturria, Y., Green, K. & McKay, C. (2010). *Cortical activation pattern of deaf patients during a lip-reading task*. Poster presentado en HBM2010, 176th Annual Meeting of the Organization on Human Brain Mapping. Barcelona, España.
- Redolar, D. (2013). *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Panamericana.
- Shebani, Z., & Pulvermüller, F. (2018). Flexibility in language action interaction: The influence of movement type. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12 (June), 1-11. DOI: 10.3389/fnhum.2018.00252
- Smith, E. & Kosslyn, S. (2008). *Procesos cognitivos: modelos y bases neurales*. Madrid: Pearson.
- Ullman, M., Corkin, S., Coppola, M., Hickok, G., Growdon, J. H., Koroshetz, W. J., & Pinker, S. (1997). A Neural Dissociation within Language: Evidence that the mental dictionary is part of declarative memory, and that grammatical rules are processed by the procedural system. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(2), 266-276.

- Ullman, M. (2001a). The declarative/procedural model of lexicon and grammar. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30(1), 37-69.
- Ullman, M. (2001b). The neural basis of lexicon and grammar in first and second language: The declarative/procedural model. *Bilingualism: Language and Cognition*, 4(1), 105-122.
- Ullman, M. & Pierpont, E. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41, 399-433.
- Viholainen, H., Ahonen, T., Cantell, M., Lyytinen, P., & Lyytinen, H. (2002). Development of early motor skills and language in children at risk for familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44(11), 761-769.

ANEXOS

1. Listado de 'Palabras' seleccionadas para elaboración del corpus

1. zapato	21. pupila	41. ceniza	61. pileta
2. tijera	22. cadena	42. cigarro	62. viñeta
3. lechuga	23. camilla	43. pelota	63. maceta
4. regalo	24. perilla	44. mapuche	64. pecera
5. pelota	25. pepino	45. llavero	65. tejado
6. camisa	26. peluche	46. chileno	66. payaso
7. cabello	27. maleta	47. zapallo	67. ballena
8. repisa	28. manada	48. poroto	68. carreta
9. peluca	29. bebida	49. velero	69. casilla
10. paleta	30. botella	50. caleta	70. cocina
11. pirata	31. cebolla	51. soneto	71. comida
12. tesoro	32. camello	52. careta	72. ganado
13. tomate	33. caballo	53. camino	73. gusano
14. ramada	34. camisa	54. muralla	74. papaya
15. ropero	35. polera	55. pareja	75. semilla
16. romano	36. guitarra	56. melena	76. moneda
17. pizarra	37. vereda	57. cometa	77. boleta
18. paloma	38. cuchillo	58. marino	78. bocina
19. conejo	39. cuchara	59. puñete	79. venado
20. cabeza	40. mochila	60. piloto	80. laguna

2. Listado de 'pseudopalabras' creadas para la elaboración del corpus

1. felluma	21. secusa	41. boveto	61. daretta
2. velluza	22. ñajaro	42. sonino	62. camala
3. dedilo	23. ñañaro	43. musino	63. cacirro
4. repilo	24. ñazaro	44. raliye	64. melalla
5. serota	25. jajaro	45. sarige	65. secicha
6. secona	26. jañaro	46. pifiba	66. peliña
7. petona	27. cacido	47. piñiba	67. sevano
8. cacaca	28. covido	48. mifirra	68. medano
9. cacala	29. cadido	49. maroga	69. meruche
10. carala	30. calloca	50. sacofa	70. racena
11. cadaca	31. cafoba	51. cocega	71. tocerra
12. cacebla	32. cafofa	52. cacepo	72. perela
13. cacecha	33. sacena	53. caceño	73. fitala
14. caverra	34. rilita	54. cacemo	74. endado
15. devica	35. cisina	55. mubala	75. civipo
16. devila	36. necora	56. mudila	76. cipicho
17. resisa	37. bomano	57. ruvisa	77. cireco
18. dedila	38. bosano	58. puvila	78. jadillo
19. merusa	39. sasida	59. careto	79. merupo
20. secuna	40. danida	60. caveta	80. cisina

3. Listado de 'no-palabras' creadas para la elaboración del corpus

1. ampcut	21. lasbel	41. sixatnis	61. edclui
2. ampcti	22. aeclopt	42. ritrap	62. egtofm
3. amctua	23. clectp	43. llkilts	63. eragf
4. aumptc	24. devclapt	44. remdep	64. embdo
5. aputchm	25. restlec	45. aveuns	65. emdof
6. bendmip	26. reaoa	46. augnel	66. enbugt
7. bandtich	27. dacptc	47. añolpse	67. eourl
8. bardchm	28. lascatl	48. nuinus	68. eocda
9. burictp	29. plucsae	49. orjdep	69. ocbag
10. barmchi	30. ucleap	50. ainnav	70. ocmdo
11. truaiep	31. giunpel	51. ruetam	71. ocufg
12. borramp	32. azñul	52. aolra	72. fargocs
13. csduar	33. frisomf	53. aspelpc	73. falmdop
14. pndurat	34. jrazifo	54. lsgrup	74. furods
15. bnchcru	35. frioams	55. dnogis	75. fomdit
16. bnchpac	36. schlintup	56. nallachs	76. taubmn
17. crabdutp	37. atslof	57. plemstec	77. taolfc
18. schoms	38. tricmetch	58. añursta	78. midxet
19. clotche	39. odlirapt	59. armtica	79. jenctom
20. tlecapm	40. dlapent	60. eobfa	80. emchritl