

*Resumen de Tesis Doctoral*

**Monitorización del procesamiento léxico en el bilingüismo bimodal:  
evidencias desde la lengua de signos catalana**

**Tracking lexical processing in bimodal bilingualism:  
evidence from Catalan sign language**

Marc Gimeno-Martínez

*Universitat Pompeu Fabra*

marc.gimar@gmail.com

**RESUMEN**



Resumen en lengua de signos catalana [pinchando aquí](#).

Un aspecto fundamental para comprender cómo el cerebro procesa el lenguaje es caracterizar las dinámicas subyacentes al acceso al léxico. En individuos bilingües bimodales, aquellos que utilizan lenguas de signos y lenguas orales, el procesamiento léxico implica el tratamiento de información en dos modalidades lingüísticas diferentes. Esta tesis doctoral se centra en el estudio del procesamiento léxico bilingüe bimodal en dos poblaciones distintas: personas sordas signantes y personas oyentes que aprenden una lengua de signos (en este caso, la lengua catalana de signos, LSC). Presentamos evidencia experimental que demuestra cómo la iconicidad influye en la recuperación léxica de los signos cuando las personas sordas producen dichos signos. Sin embargo, nuestros resultados revelan que estos efectos no son generalizados, sino que están modulados por la tarea que se está haciendo. Además, presentamos resultados que demuestran que la producción de signos está influida por el procesamiento de palabras, tanto cuando la lengua oral está presente en la tarea como cuando no lo está (activación encubierta). También observamos una activación encubierta de la lengua no presente en la tarea durante las etapas iniciales del aprendizaje de signos. Específicamente, observamos que el procesamiento de palabras en aprendices oyentes de LSC está influido por la activación encubierta de las correspondientes traducciones en LSC. Además, informamos sobre cómo se integran nuevas formas léxicas signadas en el léxico mental de esta población. En resumen, esta tesis presenta evidencia científica que amplía los

conocimientos previos sobre la naturaleza del acceso léxico en el bilingüismo bimodal y el procesamiento del lenguaje bilingüe en general.

**Palabras clave:** lenguas de signos, interacciones interlingüísticas, acceso léxico, bilingüismo bimodal, ERP.

## ABSTRACT

A central topic in understanding how the brain processes language is to characterise the dynamics underlying lexical access. In bimodal bilinguals, individuals who use sign languages and oral languages, lexical processing entails handling information in two different language modalities. This dissertation focuses on the study of bimodal bilingual lexical processing in two different populations, deaf signers and hearing early sign language learners. We report evidence that iconicity influences sign retrieval when deaf signers produce signs. In addition, our results show that the effects of iconicity were not pervasive but modulated by the task at hand. We also present results showing that sign production is influenced by word processing. This effect was observed both when the oral language was explicit in the task and when it was not included. Covert language activation is also reported in the early stages of sign learning. More specifically, we show that word processing in hearing learners is influenced by covert activation of the corresponding sign translations. Furthermore, we report evidence of how novel sign lexical entries are integrated in the mental lexicon in this population. Altogether, these results extend previous knowledge on the nature of lexical access in bimodal bilingualism and on general bilingual language processing.

**Keywords:** sign languages, cross-linguistic interactions, lexical access, bimodal bilingualism, ERP.

## 1. Introducción

Piensa en la siguiente pregunta: ¿Qué palabra usarías para describir a un animal muy grande, con una nariz larga y flexible llamada trompa, la cual utiliza para recoger cosas?

Los principales modelos de procesamiento léxico proponen una serie de etapas por las que debes pasar para poder responder a esta pregunta. Explicado de forma breve, primero debes acceder a la representación conceptual correspondiente a la descripción. A continuación, necesitas acceder a la representación léxica que corresponde al concepto, lo cual llevará a la activación de su correspondiente forma fonológica. Finalmente, este proceso te llevaría a responder "elefante".

Un amplio número de estudios en poblaciones monolingües orales -personas que hablan una sola lengua oral- aportan evidencias de que durante el acceso léxico, junto con el proceso de selección de la palabra objetivo "elefante", también se activan otras palabras que pertenecen al mismo campo semántico (p. ej. jirafa) o palabras con las que comparten varios fonemas (p. ej. elegante).

En personas que hablan dos lenguas orales -bilingües unimodales orales-, aparte de la activación de palabras relacionadas con la palabra objetivo, también se produce la activación

de la forma léxica de la lengua no utilizada. Siguiendo con nuestro ejemplo, al acceder a la forma léxica “elefante”, un bilingüe castellano-catalán también activaría la forma léxica del catalán “elefant”. Esto indica que durante el proceso de lexicalización en una lengua (la lengua objetivo), los hablantes bilingües no pueden restringir el acceso léxico solo a esa lengua, sino que la otra lengua (la lengua no objetivo) también está activa e interactúa en diferentes niveles de procesamiento con la lengua objetivo.

Para los estudiosos que investigan qué fenómenos se pueden describir como fenómenos universales del procesamiento léxico son relevantes las evidencias experimentales en la última década que han mostrado que la activación de la lengua no objetivo también ocurre en bilingües que utilizan una lengua de signos y una lengua oral, conocidos como bilingües bimodales. Es decir, que cuando un bilingüe bimodal procesa la lengua de signos, su lengua oral también está activa, y viceversa.

Sin embargo, mucha de la evidencia en bilingües orales proviene de paradigmas experimentales basados en manipulaciones fonológicas. En estos experimentos, la activación de fonemas de la palabra en la lengua no objetivo aumenta la activación de los fonemas compartidos con la palabra en la lengua objetivo. El resultado de esta interacción se ve reflejado en efectos conductuales de facilitación o interferencia, como tiempos de respuesta más rápidos o más lentos, dependiendo de la relación fonológica. Por ejemplo, supongamos que en una tarea de interferencia imagen-imagen, un participante ha de nombrar en castellano la imagen de un pan mientras ignora una imagen superpuesta de una sartén o una imagen superpuesta de un queso. Si el participante fuera un monolingüe en castellano, su tiempo de respuesta sería similar independientemente de la imagen distractora (la sartén o el queso). Sin embargo, si el participante fuera un bilingüe en castellano e inglés, el tiempo de respuesta sería más rápido por la presencia de la imagen superpuesta de una sartén en comparación con la imagen de un queso. Este efecto de facilitación se describe como el resultado de la activación de la traducción al inglés de sartén (*pan*, en inglés), lo que proporciona una activación adicional de los fonemas compartidos con la palabra que se debe pronunciar (*pan*), facilitando así su producción. Diseños experimentales como los del ejemplo han mostrado que incluso si la tarea se limita a un idioma (nombrar una palabra en castellano), las representaciones léxicas de la lengua que no está en uso –el inglés– también están activas y proporcionan una activación adicional de los fonemas compartidos con la lengua en uso –el castellano–.

Cabe destacar que este tipo de interacción entre lenguas no es posible en bilingües bimodales, ya que las lenguas de signos y las lenguas orales no comparten unidades fonológicas. Por lo tanto, un asunto central en la investigación sobre el acceso léxico bimodal es comprender la naturaleza de la interacción entre los signos y las palabras durante el procesamiento léxico de la lengua (y modalidad) objetivo.

Mi tesis doctoral se centra en investigar los correlatos conductuales y neuronales del procesamiento léxico en bilingües bimodales, explorando cómo interactúan los signos y las palabras en diferentes contextos lingüísticos. Para ello, he realizado estudios en dos grupos de bilingües bimodales: personas sordas signantes y personas oyentes no signantes que aprenden

una lengua de signos (lengua de signos catalana, LSC). En cuanto a la metodología de investigación, se ha empleado un enfoque multidimensional que combina medidas conductuales y electrofisiológicas de potenciales relacionados con eventos (ERP<sup>1</sup>, por sus siglas en inglés).

En primer lugar, se presentan dos estudios centrados en la influencia de las palabras cuando personas sordas signantes producen signos. El primer estudio se centra en una variable psicolingüística predominante en las lenguas de signos: la iconicidad. La iconicidad se refiere a la semejanza entre la forma lingüística y el concepto que representa. En otras palabras, cuando la forma de un signo en las lenguas de signos o el sonido de una palabra en las lenguas orales guardan relación con su significado. En el estudio, investigamos los efectos de la iconicidad de la lengua de signos en el acceso léxico durante la producción de signos y si las palabras pueden modular esos efectos. El segundo estudio examina si las relaciones subléxicas<sup>2</sup> entre palabras influyen en el acceso léxico de formas signadas durante la producción de signos.

En el tercer estudio nos centramos en personas oyentes no signantes que aprenden vocabulario de una lengua de signos. Investigamos los correlatos neuronales de la integración de los signos en el lexicón oral. Es decir, la incorporación de los signos en el diccionario mental que posee un hablante de una lengua. Además, investigamos si las relaciones subléxicas entre los signos recién aprendidos influyen en el procesamiento de palabras.

Finalmente, como apéndice, se presenta un cuarto estudio en el que investigamos si personas oyentes no signantes aprenden mejor el vocabulario de una lengua de signos cuando los signos son presentados por diferentes personas o por una misma persona<sup>3</sup>. O, en términos más científicos, si la variabilidad indexical influencia en el aprendizaje de los signos.

---

<sup>1</sup> Los ERP son respuestas eléctricas registradas en el cerebro en respuesta a estímulos específicos, como palabras o imágenes. Estas respuestas son capturadas mediante la colocación indolora de electrodos en el cuero cabelludo y permiten analizar la secuencia temporal de la actividad cerebral, identificar etapas de procesamiento y detectar diferencias en la actividad cerebral entre condiciones experimentales. Debido a su alta resolución temporal, los ERP proporcionan una medida única para investigar cómo se procesa el lenguaje en tiempo real y contribuyen a comprender la dinámica de los procesos cognitivos subyacentes al procesamiento del lenguaje.

<sup>2</sup> El nivel subléxico hace referencia al nivel que engloba las unidades mínimas de una lengua, como los fonemas y las letras. Dado que los experimentos de la tesis no fueron diseñados con el fin de distinguir entre aspectos fonológicos y ortográficos, en este texto utilizaremos el término subléxico para englobar ambos aspectos.

<sup>3</sup> Este estudio está publicado en Gimeno-Martínez, M., Sánchez, R. y Baus, C. (2023a). The More the Merrier? On the Influence of Indexical Variability on Second Language Vocabulary Learning. *Language Learning*, 73(3).

## **2. El papel de la iconicidad en la producción de signos y su relación con el procesamiento de palabras**

Aunque tanto las lenguas de signos como las lenguas orales tienen ejemplos de formas icónicas, las lenguas de signos destacan por tener una alta incidencia de iconicidad (Perlman et al., 2018). Esto se debe a que la modalidad visual-manual de las lenguas de signos proporciona un medio rico para expresar formas que imitan las propiedades perceptivas y motoras de sus referentes.

La singularidad de las lenguas de signos en cuanto a la alta prevalencia de iconicidad ha estimulado un creciente interés por investigar su papel en los procesos fundamentales del procesamiento del lenguaje. Teniendo en cuenta los estudios previos sobre el tema, se observan resultados dispares de la influencia de la iconicidad en el procesamiento de las lenguas de signos. Un ejemplo de ello son las tareas de producción de signos. En tareas de denominación de imágenes en las que se debe producir el signo correspondiente a una imagen, se ha demostrado que los signos icónicos se producen más rápido y con mayor precisión que los signos no icónicos (Baus y Costa, 2015; Emmorey et al., 2012). Sin embargo, no se han obtenido efectos de iconicidad cuando la tarea consiste en producir el signo correspondiente a una palabra (Baus et al., 2013).

En base a la observación de las diferencias existentes entre investigaciones, el primer estudio de la tesis se propuso investigar si la influencia de la iconicidad está determinada por el tipo de tarea realizada<sup>4</sup>. Esta cuestión vino motivada por el hecho de que investigaciones previas sugieren que la traducción de palabras a signos se puede llevar a cabo mediante conexiones a nivel léxico entre las dos lenguas, sin la intervención directa del nivel semántico (Navarrete et al., 2015). Nuestra hipótesis de trabajo fue que, en tareas de denominación de imágenes, la presentación de la imagen activa su representación conceptual, lo que activaría las conexiones entre los niveles semántico y fonológico, promoviendo los efectos de iconicidad. En cambio, en tareas de traducción de palabras a signos, si la traducción tiene lugar a través de conexiones léxicas sin la activación directa del nivel semántico, entonces las conexiones semántico-fonológicas no se verían directamente activadas y, por ende, tampoco la iconicidad.

Con el fin de investigar si el papel de la iconicidad en la producción de signos está determinado por los procesos lingüísticos estimulados por el tipo de tarea, nuestro estudio incluyó dos tareas: la denominación de imágenes y la traducción de palabras a signos. En el estudio participaron veintidós personas sordas usuarias de la LSC, quienes realizaron ambas tareas mientras se registraba su actividad cerebral (ERP) y sus respuestas conductuales. Los participantes tenían una media de edad de 35 años y habían adquirido la LSC, en promedio, a los 3 años. Además, reportaron una edad de adquisición similar tanto para la LSC como para el castellano, aunque manifestaron ser más competentes en LSC.

---

<sup>4</sup> Este estudio está publicado en Gimeno-Martínez, M. y Baus, C. (2022). Iconicity in sign language production: Task matters. *Neuropsychologia*, 167, 108166.

En la tarea de denominación de imágenes, los participantes debían presionar la barra espaciadora del teclado con ambas manos. Luego, se presentaba una imagen en la pantalla y los participantes debían levantar las manos del teclado para producir el signo correspondiente a la imagen. Los tiempos de respuesta se calcularon midiendo el intervalo de tiempo desde el inicio de la presentación de la imagen hasta el momento en que los participantes levantaban las manos del teclado. El diseño de la tarea de traducción fue idéntico al de la tarea de denominación, excepto que se mostraban palabras escritas en lugar de imágenes.

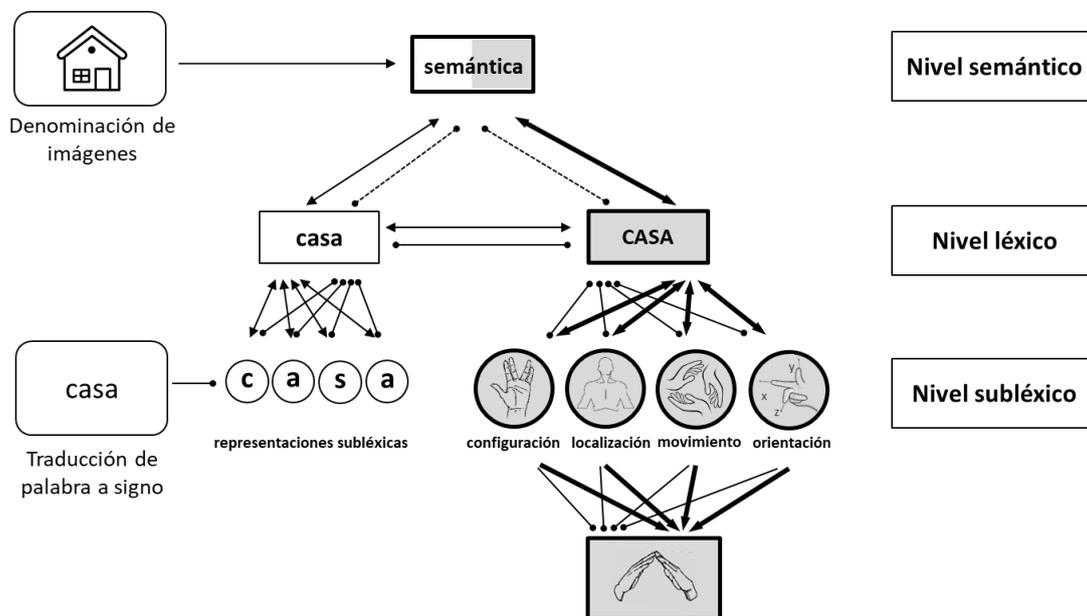
En cuanto a los resultados conductuales, en la tarea de denominación de imágenes se observó que los signos icónicos se produjeron más rápido que los signos no icónicos. En cambio, en la tarea de traducción de palabras a signos, no se observaron diferencias significativas entre los signos icónicos y no icónicos. Por otro lado, en referencia a los resultados de la actividad cerebral (ERP), se observaron diferencias significativas entre signos icónicos y no icónicos a partir de los 140 ms después de la presentación del estímulo (ya fuera una imagen o una palabra). Basándonos en investigaciones previas, las diferencias en la actividad cerebral en este curso temporal podrían relacionarse con la activación directa del sistema semántico en la tarea (Baus y Costa, 2015). En cambio, al igual que en los resultados conductuales, no se observaron diferencias significativas en la actividad cerebral inducida por los signos icónicos y los no icónicos. Esto reforzaría la idea de que en esta tarea el sistema semántico no está directamente activado y, por lo tanto, no hay una activación (suficiente) de las conexiones semántico-fonológicas, lo cual se traduce en la ausencia de efectos de la iconicidad.

En resumen, los resultados del estudio indican que la iconicidad influye tanto en la actividad cerebral como en los tiempos de respuesta cuando se produce el signo correspondiente a una imagen, pero no cuando se produce el mismo signo como traducción de una palabra. Estos resultados sugieren que el papel de la iconicidad en el procesamiento de las lenguas de signos está mediado por la activación semántica inducida por la tarea. Además, respaldan estudios previos que argumentan que la traducción de palabras a signos se puede realizar mediante conexiones léxicas entre lenguas, sin la activación directa del nivel semántico.

La figura 1 sugiere las vías por las que sucederían los procesos subyacentes en las dos tareas. Cuando se presenta una imagen, esta activaría directamente el nivel semántico, lo que a su vez enfatiza las conexiones entre los niveles semántico y fonológico, que a su vez favorecen la aparición de los efectos de iconicidad. En cambio, cuando se presenta una palabra, esta activaría directamente sus representaciones subléxicas (ortográficas y/o fonológicas). Luego, la información se propaga hasta el nivel léxico de la lengua oral, lo cual activa la forma léxica correspondiente en la lengua de signos a través de vínculos directos entre las representaciones léxicas de las palabras y los signos. Esto no significa que la semántica no se active en absoluto, ya que, bajo la asunción de que la información se propaga a través de todos los niveles de lenguaje, el nivel semántico debería recibir cierto grado de activación. Sin embargo, en base a los resultados, proponemos que la traducción de palabras no implica una activación directa de la semántica en la tarea, lo cual resulta en la ausencia de efectos de iconicidad.

**Figura 1**

Representación esquemática de las vías de procesamiento para los efectos de iconicidad durante la producción de signos. Las líneas con flechas representan la propagación de la activación en la tarea de denominación de imágenes y las líneas con puntos representan la traducción de palabras. Las líneas gruesas representan los efectos de iconicidad.



### 3. Explorando la interacción de la lengua oral en el procesamiento léxico de signos

Las interacciones interlingüísticas se refieren a las formas en que dos lenguas se influyen mutuamente. Estas interacciones pueden ocurrir a varios niveles, como el semántico, léxico o fonológico, y se han tomado como evidencia de que las dos lenguas están activas, incluso si solo se está utilizando una de ellas. En otras palabras, cuando signamos, leemos o hablamos en una lengua, la otra lengua está activa e influye en el procesamiento de la lengua en uso.

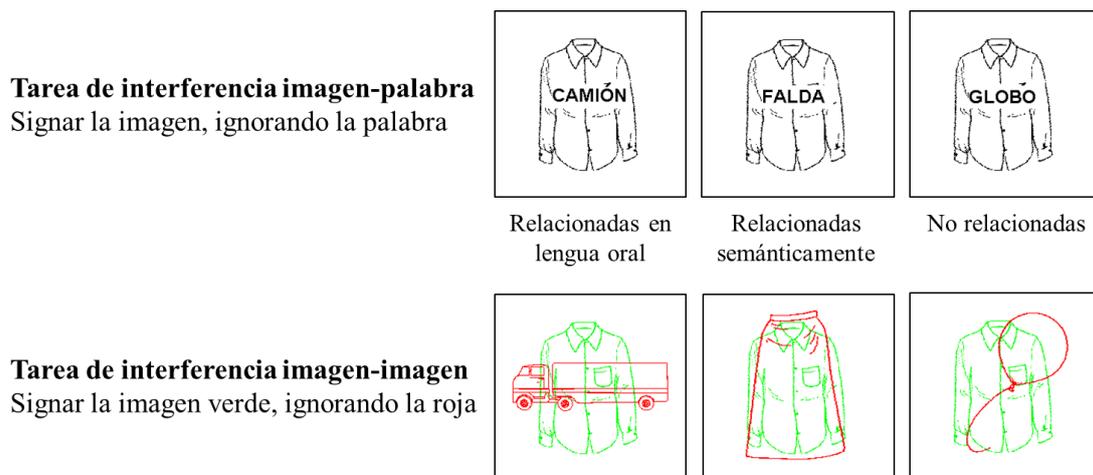
En el segundo estudio de la tesis, se investigó si las relaciones subléxicas entre palabras influyen en el procesamiento léxico de signos<sup>5</sup>. Además, también se investigó si los efectos interlingüísticos ocurren de forma automática o están inducidos por la presencia explícita de palabras en la tarea. Para ello, se obtuvieron datos conductuales y electrofisiológicos (ERP) de 24 participantes sordos bilingües bimodales que realizaron dos tareas: una tarea de interferencia imagen-palabra y una tarea de interferencia imagen-imagen. Los participantes tenían una edad promedio de 34 años y habían adquirido la LSC, en promedio, a los 3 años y medio. La mayoría de los participantes eran sordos profundos (n = 22) y no utilizaban ningún tipo de audífono o implante (n = 19). Además, reportaron una edad de adquisición similar tanto para la LSC como para el castellano, aunque manifestaron ser más competentes en LSC.

<sup>5</sup> Este estudio está publicado en Gimeno-Martínez, M., Mädebach, A., y Baus, C. (2021). Cross-linguistic interactions across modalities: Effects of the oral language on sign production. *Bilingualism: Language and Cognition*, 24(4), 779-790.

En la tarea de interferencia imagen-palabra, se pidió a los participantes que produjeran el signo correspondiente a una imagen (p. ej. *camisa*), ignorando la palabra superpuesta (ver figura 2). Cada imagen se emparejó con tres tipos diferentes de palabras: palabras relacionadas mediante la lengua oral (esto es, palabras que se escriben/pronuncian de forma similar a la palabra que representa la imagen, p. ej. *camisa* – “camiÓN”), palabras relacionadas semánticamente con la imagen (p. ej. *camisa* – “falda”) y palabras no relacionadas con la imagen (p. ej. *camisa* – “globo”).

**Figura 2**

Ejemplo de las parejas de estímulos utilizadas para las tareas de interferencia imagen-palabra e imagen-imagen.



En la tarea de interferencia imagen-imagen, se utilizaron los mismos elementos distractores pero presentados como imágenes en rojo en lugar de palabras, y se les pidió a los participantes que produjeran el signo correspondiente a la imagen verde, ignorando la imagen roja (ver figura 2).

Para el propósito de este resumen, nos centraremos en los resultados de la comparación entre pares relacionados a través de la lengua oral y pares no relacionados<sup>6</sup>. La hipótesis experimental fue que, si se observan diferencias entre pares relacionados a través de la lengua oral y pares no relacionados, sugeriría que las relaciones subléxicas dentro de la lengua oral (la segunda lengua de los participantes) influyen en la recuperación léxica de signos (la primera lengua). Además, si observamos diferencias entre condiciones en la tarea de interferencia imagen-imagen, sugeriría que estos efectos ocurren de forma automática, incluso cuando la lengua oral no está presente y no es necesaria para realizar la tarea.

Los resultados conductuales en la tarea de interferencia imagen-palabra mostraron que los participantes fueron más rápidos al producir los signos correspondientes a imágenes relacionadas con las palabras distractoras a través de la lengua oral (p. ej. *camisa* – “camiÓN”)

<sup>6</sup> Para una versión más extensa de los resultados, incluyendo la comparación semántica y sus implicaciones teóricas, referirse al artículo publicado.

en comparación con cuando las imágenes y palabras no estaban relacionadas (p. ej. *camisa* – “globo”). Este efecto de facilitación fue muy similar en la tarea de interferencia imagen-imagen, lo que sugiere que la lengua oral está activa durante el procesamiento de signos, incluso cuando no es necesaria para la tarea.

Los resultados de ERP en la tarea de interferencia imagen-palabra revelaron diferencias significativas entre pares relacionados en lengua oral y pares no relacionados alrededor de los 200 ms y los 400 ms. Según investigaciones previas, este curso temporal de los efectos sugiere procesos relacionados con la selección léxica y los efectos de *priming* (o primado)<sup>7</sup>. Asimismo, al igual que en los resultados conductuales, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tareas.

La figura 3 representa las vías de procesamiento para los efectos interlingüísticos en las dos tareas. Supongamos que, en la tarea de interferencia imagen-palabra, la imagen de una *camisa* aparece junto con la palabra superpuesta “camión”. Teniendo en cuenta las teorías de activación propagada, la imagen de *camisa* activaría las representaciones léxicas en ambas lenguas. A su vez, esta activación a nivel léxico activaría las correspondientes representaciones subléxicas en ambas lenguas. Algunas de las representaciones subléxicas orales de la palabra “camisa” recibirían activación extra proveniente del procesamiento de la palabra distractora “camión”. Este *priming* de las representaciones subléxicas de la imagen a denominar (*camisa*) enviaría la activación de vuelta a su correspondiente representación léxica. Entonces, a través de la activación de propagación, la activación de la correspondiente traducción signada CAMISA finalmente conduciría a la producción del signo.

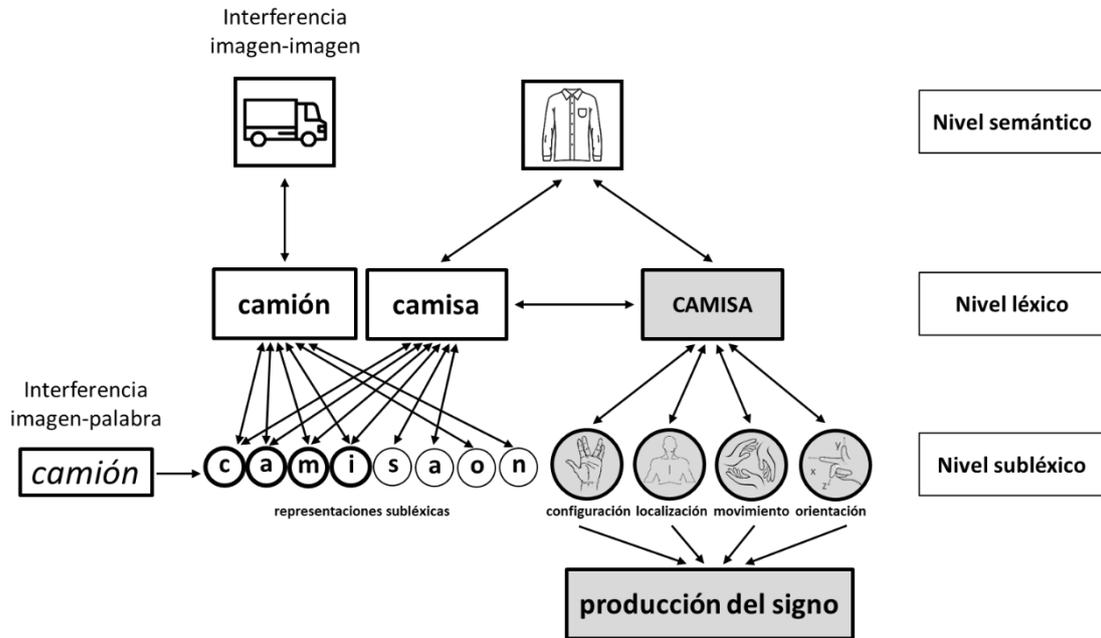
Los datos del estudio sugieren que la activación de las representaciones subléxicas de la lengua oral también estarían activas en la tarea de interferencia imagen-imagen. Siguiendo con el ejemplo, supongamos que la imagen de una *camisa* aparece con la imagen superpuesta de un *camión*. Por asunción, las dos representaciones léxicas activarían sus correspondientes representaciones subléxicas. Esto conllevaría que, cuando se activan las representaciones subléxicas de la palabra “camisa”, algunas también reciben la activación que proviene de la imagen distractora *camión*. Entonces, la activación se propagaría de vuelta a través de las conexiones entre los niveles léxicos de ambas lenguas hasta finalizar con la producción del signo CAMISA (ver figura 3).

---

<sup>7</sup> El efecto de *priming* es un fenómeno psicológico en el que la exposición previa a un estímulo influye en la percepción o respuesta a otro estímulo posterior. Se trata de un efecto relevante ya que demuestra cómo nuestras experiencias previas pueden afectar nuestras reacciones futuras, de forma a menudo inconsciente.

**Figura 3**

Representación esquemática de las vías de procesamiento para la interacción entre la lengua de signos y la lengua oral en la tarea de interferencia imagen-palabra y en la tarea de interferencia imagen-imagen. Para una mejor comprensión, las imágenes y los distractores se presentan por separado, aunque en el experimento se presentaron solapados.



En resumen, este segundo estudio de la tesis muestra que la recuperación léxica durante la producción de signos implica la activación de la traducción en lengua oral, incluso cuando el contexto de la tarea implica solo la lengua de signos, como en el caso de la tarea de interferencia imagen-imagen.

Estos resultados, junto con los resultados del primer estudio sobre iconicidad, brindan evidencia sobre la interacción entre signos y las palabras en el lexicón mental de personas sordas bilingües bimodales. A su vez, plantean interrogantes con respecto a otras poblaciones bilingües bimodales. Por ejemplo, ¿cómo se integran nuevos signos en el lexicón mental de personas oyentes que empiezan a aprender una lengua de signos? O ¿existe interacción entre signos y palabras en los primeros estadios del aprendizaje de una lengua de signos? Estas cuestiones se abordaron en el siguiente estudio de la tesis.

#### **4. Cambios neuronales asociados al aprendizaje de vocabulario en lengua de signos**

Durante el aprendizaje de vocabulario en una nueva lengua, debemos establecer conocimiento sobre la forma léxica (la forma que tiene un signo o una palabra) y sobre su significado (que esa forma léxica se refiere a un concepto determinado). El primer objetivo del estudio fue investigar las señales neuronales que reflejan la integración léxica de signos, explorando la adquisición de conocimiento sobre la forma y sobre el significado. El segundo objetivo fue investigar si las relaciones subléxicas entre signos recién aprendidos influyen en el

procesamiento de palabras. En el estudio anterior observamos que, durante el procesamiento de signos, la traducción en lengua oral está activa e influencia la recuperación léxica. En este estudio se quiso investigar si durante el procesamiento de palabras, la traducción en lengua de signos está activa e influencia la recuperación léxica. Es importante destacar que en este estudio no se investigaron los efectos interlingüísticos en bilingües bimodales competentes, sino en personas no signantes aprendiendo signos.

Para investigar estas cuestiones, se recogieron datos de 24 personas oyentes no signantes que acudieron al laboratorio en tres sesiones diferentes a lo largo de la misma semana. El grupo de participantes tenía una edad promedio de 22 años y se identificaron como bilingües competentes en catalán y castellano. Cada sesión comenzaba con una tarea de decisión semántica en catalán (su lengua materna, L1) que nos sirvió para investigar si la traducción signada de las palabras estaba activa e influía en el procesamiento de las palabras. Seguidamente los participantes tenían que realizar una tarea de decisión léxica en LSC con la que investigamos los procesos de integración léxica (forma y significado) de los signos aprendidos. Después de estas dos tareas experimentales, había una fase de aprendizaje en la que los participantes debían aprender 150 signos en LSC. A continuación, para una mayor claridad en la exposición, se presentan resumidos el diseño y los resultados de las dos tareas por separado.

#### *Tarea de decisión léxica*

En esta tarea, los participantes veían secuencias de dos vídeos en los que se representaba un signo y se les pedía que respondieran si el segundo vídeo era un signo real de la LSC o no. Para poder investigar los correlatos neuronales relacionados con efectos de lexicalidad, esto es, efectos relacionados con el procesamiento de la forma, los segundos vídeos incluían tanto signos reales como signos no reales. Los signos no reales se crearon reemplazando la configuración real del signo por otra configuración. Por lo tanto, si los participantes fuesen sensibles a la forma del signo (efectos de lexicalidad), habrían de observarse diferencias en el procesamiento entre signos y no signos.

Por otra parte, para investigar los correlatos neuronales asociados con el procesamiento del significado, los segundos signos de cada secuencia podían ir precedidos por signos semánticamente relacionados o por signos no relacionados semánticamente. Por lo tanto, si los participantes fuesen sensibles al significado de los signos, habrían de observarse diferencias entre pares de signos semánticamente relacionados y aquellos no relacionados.

En referencia a los efectos de lexicalidad (comparación entre signos y no signos), los resultados mostraron que no hubo diferencias entre condiciones en la primera sesión. Cabe destacar que este es el resultado esperado ya que en la primera sesión de esta tarea los participantes todavía no habían hecho ninguna tarea de aprendizaje de signos, por lo que no deberían saber diferenciar entre signos reales y no signos. De forma similar, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en la segunda sesión de la tarea. En

cambio, en la tercera sesión, sí que se observaron diferencias entre el procesamiento de signos y no signos.

En relación a los efectos de acceso al significado (comparación entre pares relacionados semánticamente y pares no relacionados semánticamente), no se observaron diferencias significativas en la primera sesión de esta tarea. Sin embargo, tanto en la segunda como en la tercera sesión, sí observamos diferencias significativas entre condiciones, lo que indica que los participantes accedieron al significado de los signos durante la tarea en estas sesiones.

En resumen, se observaron efectos relacionados con el procesamiento del significado en la segunda sesión (después de una sesión de aprendizaje) y efectos de lexicalidad en la tercera sesión (después de dos sesiones de aprendizaje). Habiendo observado que los signos se integran en el léxico mental de personas no signantes después de pocas sesiones de entrenamiento, la siguiente cuestión fue explorar si existe interacción entre los signos aprendidos y las palabras de la lengua oral. Para este propósito, nos servimos de la tarea de decisión semántica.

#### *Tarea de decisión semántica*

En esta tarea, se presentaban a los participantes pares de palabras escritas y se les pedía que evaluaran si los pares de palabras estaban semánticamente relacionados o no. La manipulación experimental que no se explicó a los participantes fue que, entre los pares no relacionados semánticamente, la mitad estaban relacionados a través de su forma léxica en LSC. Por ejemplo, los participantes debían responder si los pares de palabras “montaña-elefante” o “televisión-elefante” estaban semánticamente relacionados. En ambos casos la respuesta debería ser “no”. Sin embargo, si la traducción en LSC está activa mientras se realiza la tarea se deberían observar diferencias entre ambos pares, ya que los signos de MONTAÑA y ELEFANTE están relacionados en LSC (comparten la misma configuración y localización), mientras que los signos TELEVISIÓN y ELEFANTE no están relacionados en LSC. Es importante tener en cuenta que esta fue la primera tarea en cada sesión, por lo que los participantes no estuvieron expuestos a signos previamente a esta tarea y no se requería el uso de signos para realizarla. Por lo tanto, solo si existe una activación de la LSC y sus relaciones subléxicas (similitud entre parámetros del signo) durante el procesamiento de palabras se deberían observar diferencias entre “montaña-elefante” y “televisión-elefante”, porque el primer par está relacionado a través de la LSC.

Los resultados de la primera sesión mostraron que, como cabría esperar dado que los participantes no habían sido entrenados todavía, no había diferencias significativas entre condiciones. De manera similar, no se observaron diferencias en la segunda sesión. Sin embargo, en la tercera sesión, sí que se observaron diferencias estadísticamente significativas entre aquellos pares de palabras relacionados mediante su forma en LSC y aquellos pares no relacionados mediante su forma en LSC. Estos resultados sugieren una activación encubierta de los signos aprendidos durante el procesamiento de palabras en catalán, la L1 de los participantes.

En resumen, en este estudio se encontraron evidencias de cambios neuronales relacionados con la integración léxica después de un corto período de aprendizaje de vocabulario en LSC, que era una segunda lengua y, a su vez, una modalidad diferente de lenguaje. Además, también se observaron evidencias de la interacción entre signos y palabras en estos primeros estadios de aprendizaje, en el que las relaciones subléxicas entre signos influyeron en el procesamiento léxico de palabras.

## **5. Discusión general de los resultados**

A lo largo de la tesis se presentan evidencias de la interacción entre los signos y las palabras durante el acceso léxico en ambas lenguas y se proponen mecanismos a través de los cuales estas interacciones pueden suceder.

Como se ha podido observar en nuestro primer estudio, un aspecto relevante en el acceso léxico de signos es la iconicidad y su relación con el procesamiento de imágenes y palabras. Los datos aportados por nuestro estudio, sumados a los datos de estudios anteriores, sugieren que los efectos de iconicidad requieren de la participación del sistema semántico. Esta participación del sistema semántico puede estar inducida por el tipo de tarea o por el uso de imágenes que enfatizan la correspondencia entre las características visuales de las imágenes y la forma del signo. En relación a este último punto, un asunto que requiere de futuras investigaciones es examinar la influencia de cada parámetro del signo en la percepción de su iconicidad para comprender mejor su rol en las lenguas de signos.

En relación a la interacción entre el procesamiento léxico de palabras y la producción de signos, como ya se ha mencionado anteriormente, los resultados de nuestro estudio sobre iconicidad sugieren que la traducción de palabras no activa directamente las propiedades imaginativas del sistema conceptual (Vigliocco et al., 2005). Una segunda hipótesis es que la falta de efectos de iconicidad se deba a que el sistema conceptual no se comparte entre las dos lenguas de los bilingües (p. ej., Pavlenko, 2009). Según esta explicación, los conceptos léxicos (es decir, conceptos que están vinculados a entradas léxicas) son representaciones multimodales que abarcan diferentes tipos de información somatosensorial, como entrada visual, auditiva o kinestésica. Lo interesante aquí es que los equivalentes de traducción léxica en diferentes idiomas no siempre se basan en representaciones conceptuales equivalentes (Malt et al., 2003). Por lo tanto, es posible que el procesamiento de palabras solo active representaciones específicas de palabras y algunas representaciones compartidas entre palabras y signos, pero no active propiedades imaginativas específicas de las representaciones de signos. En otras palabras, algunas características conceptuales, como las relacionadas con la iconicidad, serían específicas de los signos y no se transferirían directamente a las representaciones orales.

Otro aspecto a tener en cuenta de la interacción entre signos y palabras durante el procesamiento léxico de signos es la posibilidad de que los efectos interlingüísticos se deban a las vocalizaciones que acompañan a la producción de algunos signos. Aunque, como ya se

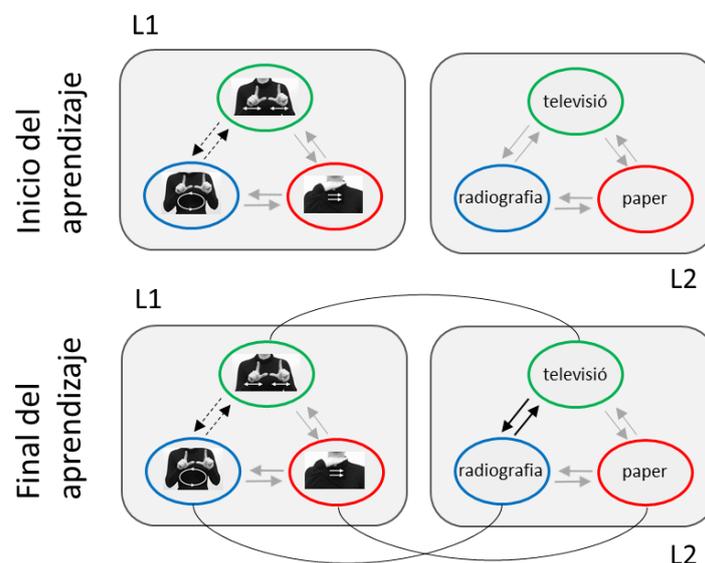
ha comentado, las representaciones subléxicas no se comparten entre signos y palabras, existen situaciones en que signos y palabras se articulan simultáneamente. Este es el caso de las vocalizaciones, que son acciones bucales que se producen al mismo tiempo que la articulación del signo y mapean las representaciones fonológicas de una o más sílabas de la palabra equivalente al signo. Sin embargo, se ha reportado que los signos y las vocalizaciones se recuperan por separado y, en consecuencia, no están vinculados en el léxico mental (Giustolisi et al., 2017; Vinson et al., 2010). Por lo tanto, las vocalizaciones no se consideran completamente integradas en el léxico de los signos y se procesan a través de representaciones léxicas del lenguaje oral. En este sentido, tanto en la producción de signos (a través de la articulación) como en la comprensión de signos (a través de la experiencia visual), las vocalizaciones implican cierto grado de activación de la fonología del lenguaje oral y podrían ser el motivo de los efectos de la lengua oral en la producción de signos. Para explorar esta posibilidad, realizamos un análisis complementario de nuestros datos. Observamos un patrón variado de vocalizaciones entre los participantes, algunos de los cuales vocalizaban en la mayoría de los ensayos experimentales y otros lo hacían en apenas la mitad de los ensayos o no lo hacían en absoluto. Comparamos el rendimiento del subconjunto de participantes que vocalizaban de forma excesiva y aquellos participantes que no producían vocalizaciones o lo hacían solo en algunos ensayos. No observamos diferencias significativas entre los grupos. Esta observación está en línea con Vinson et al. (2010) y sugiere que las vocalizaciones no están integradas en el léxico de los signos. Además, aunque centrado en la comprensión y no en la producción de signos, Ormel et al. (2022) investigaron específicamente el papel de las vocalizaciones en los efectos interlingüísticos y observaron que las vocalizaciones no fueron determinantes en la activación de las representaciones de la lengua oral. En resumen, los procesos de interacción entre lenguas parecen estar modulados por conexiones léxico-semánticas y no por la activación directa de la fonología oral o conexiones entre representaciones subléxicas de los signos y las palabras (véase también Morford et al., 2019, para la falta de efectos en los signos inicializados).

En la discusión general de los resultados incidimos también en cómo nuestros resultados se pueden explicar en relación a los modelos de procesamiento del lenguaje en bilingües unimodales y bimodales (ver Gimeno-Martínez y Baus, 2023b, para una revisión sobre los efectos interlingüísticos entre lenguas de signos y lenguas orales). En línea con los modelos existentes centrados en los procesos durante el aprendizaje de una lengua (Hermans et al., 2008; Morford et al., 2019; Shook y Marian, 2013), proponemos que los efectos interlingüísticos se podrían también interpretar bajo la idea de la reorganización del léxico mental como resultado de procesos de aprendizaje. Basándonos en el modelo para bilingües unimodales propuesto por Costa et al. (2017, 2019), proponemos un modelo para bilingües bimodales basado en sus mismas asunciones principales: la activación paralela de ambas lenguas durante el aprendizaje y la activación restringida a una sola lengua cuando se alcanza un nivel suficiente de competencia en la segunda lengua. Por ejemplo, en el caso de una persona sorda signante que aprende una lengua oral, la organización léxica de la lengua oral reflejaría la forma en que se estructura la lengua de signos. La figura 4 presenta un ejemplo de un signante de LSC que está aprendiendo catalán. En LSC, los signos TELEVISIÓ (televisión en castellano) y RADIOGRAFIA (radiografía en castellano) están relacionados porque

comparten la misma configuración y la misma localización, a diferencia de PAPER (papel en castellano) que no comparte ningún parámetro. Al aprender las correspondientes palabras en catalán, las representaciones de los signos, incluidas la asociación entre sus formas, se transferirían del lexicón de la LSC al lexicón en desarrollo del catalán. Como consecuencia, las palabras “televisió” y “radiografia” también acabarían asociadas en el lexicón catalán.

**Figura 4**

Adaptado de Costa et al. (2017). Representación esquemática de los signos en LSC (L1) y las palabras en catalán (L2) y sus conexiones al inicio (arriba) y al final (abajo) del aprendizaje. Las flechas negras discontinuas entre los signos TELEVISIÓ (círculo superior) y RADIOGRAFIA (círculo inferior izquierdo) representan las conexiones realizadas en base a su relación subléxica. Las flechas grises representan la conexión entre representaciones léxicas que carecen de conexiones realizadas. Las líneas negras sólidas en la parte inferior representan las conexiones entre entradas léxicas signadas y orales durante el aprendizaje de la lengua oral (L2). Las flechas negras entre las palabras “televisió” y “radiografia” representan las conexiones realizadas que se desarrollan como resultado de la relación de sus traducciones signadas.



Cabe destacar que, aparte de los efectos interlingüísticos derivados de la transferencia de las relaciones entre signos en el lexicón oral, la naturaleza dinámica de los modelos basados en el aprendizaje, como el de la figura 4, permiten realizar hipótesis similares para los efectos de la lengua oral durante la producción de signos (apartado 3 de este artículo). En este sentido, el lexicón de la lengua de signos se reorganizaría como resultado de los procesos de transferencia de las relaciones entre palabras. Continuando con el ejemplo de un bilingüe en LSC y catalán, signos como CAMISA y CAMIÓN, que a priori no están relacionados, acabarían relacionados como resultado de su similitud en catalán (“camisa” y “camió”, respectivamente). Además, el razonamiento de este modelo también se podría aplicar a personas oyentes que aprenden una lengua de signos (apartado 4). Si bien estos escenarios son unas posibilidades a tener en consideración para la explicación de los efectos interlingüísticos entre lenguas de signos y lenguas orales, se debe tener en cuenta que se necesita de más investigaciones al respecto para validar los procesos descritos en este modelo.

## Reconocimientos

Esta tesis doctoral ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (RTI2018-096238-A-I00), la Fundación BIAL (Grant Number 2026/2016), la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (2017 SGR 268) y la red de investigación ACELERA (RED2018-102615-T).

La consecución de mi tesis doctoral no habría sido posible sin la orientación y el apoyo de mi familia y de numerosas personas en el ámbito de la investigación. En primer lugar, le debo esta tesis a Albert Costa, quien me acogió en su grupo de investigación Speech Production and Bilingualism (SPB) y siempre estuvo dispuesto a enseñarme, discutir ideas y brindarme el apoyo necesario. Mi agradecimiento también a Cristina Baus, quien me ha dirigido, enseñado y apoyado más allá del ámbito de la investigación. Quiero expresar mi gratitud a mis colegas del grupo SPB, a mis compañeros del Center for Brain and Cognition, a Iris Milán-Maillo, Rebeca Sánchez y Marta Díaz por su asistencia en los experimentos, y a Andreas Mädebach y Eva Gutierrez-Sigut por su colaboración en nuestros estudios. Y, por supuesto, quiero agradecer a todas las participantes en los estudios, sin las cuáles no habiéramos podido llevar a cabo los experimentos.

*Tabla de contenidos de la tesis (hasta el tercer nivel en la jerarquía de títulos)*

### **Capítulo 1. Introducción**

- 1.1. Monitorizando la recuperación léxica en la producción de signos
  - a) Frecuencia léxica
  - b) Iconicidad
- 1.2. Acceso léxico en el bilingüismo bimodal
  - a) Acceso léxico en el bilingüismo unimodal
  - b) Notas breves sobre la fonología de las lenguas de signos
  - c) Sobre la variedad de perfiles lingüísticos en poblaciones bilingües bimodales
  - d) Interacciones entre lenguas en el bilingüismo bimodal
- 1.3. Construyendo un léxico de lengua de signos
  - a) Integración léxica de nuevos signos
  - b) Interacciones entre lenguas durante el aprendizaje de la segunda lengua

### **Capítulo 2. La iconicidad en la producción de la lengua de signos: la importancia de la tarea**

- 2.1. Introducción
- 2.2. Métodos
- 2.3. Resultados

2.4. Discusión

**Capítulo 3. Interacciones interlingüísticas entre modalidades: efectos de la lengua oral en la producción de signos**

3.1. Introducción

3.2. Métodos

3.3. Resultados

3.4. Discusión

3.5. Resumen y conclusión

**Capítulo 4. Rápidos cambios neuronales en el aprendizaje de vocabulario de lengua de signos**

4.1. Introducción

Experimento 1. Procesamiento léxico-semántico en el aprendizaje de lengua de signos

4.2. Métodos

4.3. Resultados

4.4. Discusión

Experimento 2. Cambios neuronales que indican la activación encubierta de la lengua de signos

4.5. Métodos

4.6. Resultados

4.7. Discusión.

4.8. Discusión general

4.9. Conclusión

**Capítulo 5. Discusión general**

5.1. El caso sin resolver de la iconicidad

5.2. Procesamiento de palabras en la producción de signos

5.3. Sobre el posible papel de las vocalizaciones en los efectos interlingüísticos

5.4. Modelando las interacciones entre lenguas en el bilingüismo bimodal

5.5. Desentrañando las etapas tempranas del aprendizaje de signos

5.6. Conclusión: el fin del comienzo

**Apéndice.** ¿Cuánto más, mejor? Sobre la influencia de la variabilidad indexical en el aprendizaje de vocabulario de una segunda lengua

## Referencias

- Baus, C., Carreiras, M. y Emmorey, K. (2013). When does iconicity in sign language matter? *Language and Cognitive Processes*, 28(3), 261–271. <https://doi.org/10.1080/01690965.2011.620374>
- Baus, C. y Costa, A. (2015). On the temporal dynamics of sign production: An ERP study in Catalan Sign Language (LSC). *Brain Research*, 1609(1), 40–53. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.03.013>
- Clay, F., Bowers, J. S., Davis, C. J. y Hanley, D. A. (2007). Teaching adults new words: the role of practice and consolidation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 33(5), 970–976. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.5.970>
- Costa, A., Pannunzi, M., Deco, G. y Pickering, M. J. (2017). Do bilinguals automatically activate their native language when they are not using it? *Cognitive Science*, 41(6), 1629–1644. <https://doi.org/10.1111/cogs.12434>
- Costa, A., Pannunzi, M., Deco, G. y Pickering, M. J. (2019). Does bilingualism alter lexical structure? Response to Oppenheim, Wu, and Thierry (2018). *Cognitive Science*, 43(2), e12707. <https://doi.org/10.1111/cogs.12707>
- Emmorey, K., Petrich, J. A. F. y Gollan, T. H. (2012). Bilingual processing of ASL-English code-blends: The consequences of accessing two lexical representations simultaneously. *Journal of Memory and Language*, 67(1), 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.04.005>
- Gimeno-Martínez, M. y Baus, C. (2022). Iconicity in sign language production: Task matters. *Neuropsychologia*, 167, 108166. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108166>
- Gimeno-Martínez, M. y Baus, C. (2023b). Unraveling Cross-linguistic Effects in Bimodal Bilingualism. En M. Santesteban, J. A. Duñabeitia y C. Baus (Eds.), *Bilingualism through the prism of psycholinguistics: In honour of Albert Costa* (pp. 159-180). John Benjamins. <https://doi.org/10.1075/bpa.17.05gim>
- Gimeno-Martínez, M., Sánchez, R. y Baus, C. (2023a). The More the Merrier? On the Influence of Indexical Variability on Second Language Vocabulary Learning. *Language Learning*, 73(3). <https://doi.org/10.1111/lang.12554>
- Gimeno-Martínez, M., Mädebach, A. y Baus, C. (2021). Cross-linguistic interactions across modalities: Effects of the oral language on sign production. *Bilingualism: Language and Cognition*, 24(4), 779-790. <https://doi.org/10.1017/S1366728921000171>
- Giustolisi, B., Mereghetti, E. y Cecchetto, C. (2017). Phonological blending or code mixing? Why mouthing is not a core component of sign language grammar. *Natural Language and Linguistic Theory*, 35(2), 347–365. <https://doi.org/10.1007/s11049-016-9353-9>
- Hermans, D., Knoors, H., Ormel, E. y Verhoeven, L. (2008). Modelling reading vocabulary learning in deaf children in bilingual education programs. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 13(2), 155–174. <https://doi.org/10.1093/deafed/enm057>
- Malt, B. C., Sloman, S. A. y Gennari, S. P. (2003). Universality and language specificity in object naming. *Journal of Memory and Language*, 49(1), 20–42. [https://doi.org/10.1016/S0749-596X\(03\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S0749-596X(03)00021-4)

- Morford, J. P., Occhino, C., Zirnstein, M., Kroll, J. F., Wilkinson, E. y Piñar, P. (2019). What is the source of bilingual cross-language activation in deaf bilinguals? *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 1–10. <https://doi.org/10.1093/deafed/enz024>
- Navarrete, E., Caccaro, A., Pavani, F., Mahon, B. Z. y Peressotti, F. (2015). With or without semantic mediation: Retrieval of lexical representations in sign production. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 20(2), 163–171. <https://doi.org/10.1093/deafed/enu045>
- Ormel, E., Giezen, M. R. y van Hell, J. G. (2022). Cross-language activation in bimodal bilinguals: Do mouthings affect the co-activation of speech during sign recognition? *Bilingualism: Language and Cognition*, 1–9. <https://doi.org/10.1017/s1366728921000845>
- Pavlenko, A. (2009). Conceptual representation in the bilingual lexicon and second language vocabulary learning. En A. Pavlenko (Ed.), *The Bilingual Mental Lexicon: Interdisciplinary Approaches* (pp. 125-160). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781847691262-008>
- Perlman, M., Little, H., Thompson, B. y Thompson, R. L. (2018). Iconicity in signed and spoken vocabulary: A comparison between American Sign Language, British Sign Language, English, and Spanish. *Frontiers in Psychology*, 9(AUG). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01433>
- Shook, A. y Marian, V. (2013). The bilingual language interaction network for comprehension of speech. *Bilingualism*, 16(2), 304–324. <https://doi.org/10.1017/S1366728912000466>
- Vigliocco, G., Vinson, D. P., Woolfe, T., Dye, M. W. y Woll, B. (2005). Language and imagery: Effects of language modality. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1574), 1859–1863. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3169>
- Vinson, D. P., Thompson, R. L., Skinner, R., Fox, N. y Vigliocco, G. (2010). The hands and mouth do not always slip together in British Sign Language: Dissociating articulatory channels in the lexicon. *Psychological Science*, 21(8), 1158–1167. <https://doi.org/10.1177/0956797610377340>