

PROCESAMIENTO DE PALABRAS EN BILINGÜISMO. UNA REVISIÓN DE ALCANCE BASADA EN POTENCIALES EVOCADOS

Sarli Leticia^{1,2,3}  | Diaz Abrahan Verónica^{1,3}  | Justel Nadia^{1,3} 

1. Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva, Centro de Investigación en Neurociencias y Neuropsicología, Universidad de Palermo, Argentina

2. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

3. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

Correspondencia

Leticia Sarli

Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva, Centro de Investigación en Neurociencias y Neuropsicología, Universidad de Palermo. 1 Piso, Of. 1-3, Mario Bravo 1259, C1175ABW, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

 leticiasarli@conicet.gov.ar

La adquisición y uso de otras lenguas, conocido como bilingüismo, es un fenómeno ampliamente extendido en diferentes países y sociedades.¹ La investigación sobre el tema ha demostrado que el bilingüismo produce cambios neuroanatómicos y funcionales.² El procesamiento de información de alta complejidad implicado en el lenguaje ocurre en un periodo reducido de tiempo —sus propiedades pueden identificarse en milisegundos, ya se trate de palabras o frases en el idioma materno (L1) o en un segundo idioma (L2)³⁻⁵— por lo que la investigación en esta área requiere de técnicas e instrumentos que se acoplen a las características del fenómeno. Dentro del conjunto de las técnicas de neuroimagen, los potenciales evocados o relacionados con eventos (*event-related potentials*, ERP) son una medida de actividad electroencefálica útil para el estudio y análisis de los procesos neurofisiológicos involucrados en el procesamiento del lenguaje, específicamente, en el caso del bilingüismo.

Resumen

Los potenciales relacionados con eventos (ERP, por sus siglas en inglés) permiten analizar los procesos involucrados en la comprensión del lenguaje con una alta precisión temporal. Las personas bilingües muestran patrones funcionales particulares en dichos procesos, producto del manejo de dos o más sistemas lingüísticos en su vida cotidiana. El objetivo de esta revisión es presentar los principales componentes de los ERP involucrados en el procesamiento y reconocimiento de palabras en personas bilingües. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva en revistas indexadas y se seleccionaron 16 artículos de investigación originales, que fueron clasificados en tres categorías: factores sub-léxicos involucrados en el reconocimiento, factores semánticos y proceso de traducción. Se encontró que el aprendizaje de una segunda lengua genera cambios en la actividad cerebral desde los momentos iniciales del aprendizaje. Sin embargo, en el curso temporal se observa un desfasaje en comparación con la primera lengua. El procesamiento y reconocimiento de palabras en una segunda lengua son favorecidos por factores como la morfolología y la fonética, así como la emocionalidad del estímulo. Se concluye que metodológicamente todos los estudios presentan un patrón característico, que corresponde a los momentos iniciales, medios y tardíos en el reconocimiento de palabras. Finalmente, se discuten futuras líneas de investigación.

Palabras clave: psicolingüística, bilingüismo, reconocimiento, memoria semántica, EEG

El objetivo general de la presente revisión de literatura es abordar el tema del bilingüismo desde su estudio neurofisiológico, haciendo énfasis en las medidas de ERP. Con este fin, en una primera instancia se desarrollarán los aspectos teóricos que se consideran claves para comprender los datos obtenidos mediante ERP. En una segunda instancia, serán presentados los estudios experimentales sobre el reconocimiento de palabras en personas que utilizan un segundo idioma.

Potenciales relacionados con eventos

Los ERP son respuestas electrofisiológicas que se registran mediante un electroencefalógrafo (EEG) como consecuencia de la exposición a un evento específico. El EEG permite el registro continuo de la actividad eléctrica cerebral;⁶ mientras que los ERP, como técnica derivada, permiten aislar el curso



“2023 © Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. Esta obra está bajo una licencia de acceso abierto Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el trabajo original sea correctamente citado. No se permite la reutilización comercial.”

temporal de los procesos estudiados en relación con el estímulo-evento presentado.⁷ Por ello, muchos investigadores recurren a esta técnica para estudiar los eventos neurales involucrados en el procesamiento y la producción del lenguaje.

Los ERP se visualizan en forma de ondas que se asocian a componentes subyacentes de la actividad cerebral.^{6,7} Cada uno de los componentes de los ERP se identifica de acuerdo con ciertos criterios, como polaridad (positiva o negativa) o latencia (momento de aparición luego de presentado el estímulo).⁸ Además, es relevante reconocer si los patrones de actividad cerebral varían de acuerdo con diferentes condiciones. Estas diferencias se observan principalmente en la amplitud, es decir, el voltaje promedio dentro de una ventana temporal específica.⁶ Por ejemplo, el componente N400,⁹ uno de más estudiados, se asocia al procesamiento semántico. A partir de su nomenclatura puede derivarse su polaridad ("N" indica negativo) y su latencia (400 milisegundos luego de la presentación del estímulo). En el caso de este componente, la diferencia de amplitudes entre dos condiciones se denomina "efecto de N400" y se asocia con la dificultad para la integración semántica dentro de un contexto,^{10,11} así como para el acceso a la información semántica, y experimenta variaciones de acuerdo con las propiedades léxicas de una palabra, como la familiaridad.^{12,13}

Otro tipo de terminología usada mantiene la polaridad y reemplaza la latencia por la posición de la deflexión en el continuo del ERP. En este sentido, el componente P3 refiere a la tercera deflexión positiva, mientras que N1, a la primera deflexión negativa.¹⁴ Otros, en cambio, integran latencia aproximada, locación de los electrodos y polaridad. Ejemplos de este tipo de componentes son el componente positivo tardío (*late positive component*, LPC), cuyo aumento de amplitud está asociado a la reinterpretación y reanálisis de los estímulos presentados, o la negatividad temprana posterior (*early posterior negativity*, EPN). La diversidad de criterios en la terminología representa un problema porque interfiere con la posibilidad de comparar los resultados de diferentes estudios.¹⁵ Sin embargo, la técnica de ERP continúa siendo un modo confiable de identificar diferencias y similitudes en el procesamiento de información, siendo de gran utilidad para los estudios relacionados con percepción,¹⁶ producción de respuestas⁴ y otras habilidades cognitivas.¹⁷

Si bien el EEG y los ERP han sido ampliamente utilizados para el estudio del lenguaje, se debe considerar que no todas las experiencias lingüísticas son iguales. Para más del 50% de la población mundial,¹ el conocimiento de dos o

más idiomas y su uso cotidiano es la norma. Este fenómeno, conocido como bilingüismo, abre nuevas interrogantes sobre la organización del lenguaje en el cerebro de los hablantes. Diversos autores han propuesto que la organización de la información en bilingües es diferente a la de personas monolingües,¹⁸⁻²⁰ ya que involucra la coexistencia de dos o más sistemas lingüísticos diferentes.^{21,22} Desde esta perspectiva, la técnica de ERP provee de información indispensable para caracterizar la forma en la que estas poblaciones perciben y reconocen ítems léxicos, así como para identificar las similitudes y diferencias de sus sustratos neurales necesarios para obtener un conocimiento integral del fenómeno.

A partir de los contenidos desarrollados y considerando el objetivo de la presente revisión, a continuación, se presentará un estudio retrospectivo y sistemático de las investigaciones científicas centradas en el estudio del procesamiento del lenguaje en población bilingüe utilizando ERP como medida central.

Metodología

Muestra

Se seleccionaron 16 artículos empíricos luego de una búsqueda en revistas científicas indexadas y la incorporación de fuentes secundarias. Este proceso se realizó entre diciembre de 2021 y junio de 2022. Los criterios de inclusión fueron: (a) estudios empíricos que abordaran el reconocimiento de palabras en población bilingüe, (b) estudios que utilizaran la técnica de ERP; y (c) estudios que compararan latencia y/o amplitud de los potenciales evocados. Se excluyeron artículos según los siguientes criterios: (a) que sobrepasaran los diez años desde su fecha de publicación; (b) estudios con muestras conformadas por profesionales (intérpretes); (c) estudios realizados en población con patología neurológica o psiquiátrica y/o ensayos clínicos; (d) estudios realizados con usuarios de lenguajes de seña; (e) estudios de modelado computacional; y (f) estudios que utilizaran estímulos verbales más complejos (párrafos u oraciones) para indagar los efectos en las unidades mínimas de significado.

Procedimiento

En la búsqueda bibliográfica se aplicó un protocolo de revisión diseñado por las autoras, organizado en cuatro instancias. En la fase de identificación, se llevó a cabo una búsqueda general con las palabras clave "word recognition" AND *bilingual* AND (*eeg* OR *erp*) para identificar los paradigmas utilizados en el área. Además de los 318 artículos encontrados se incluyeron trece estudios seleccionados de fuentes secundarias relevantes.

Luego de la eliminación de registros duplicados, un total de 293 artículos fueron seleccionados para la lectura exhaustiva de resúmenes.

Posteriormente, en la fase de rastreaje, los 293 artículos fueron evaluados de acuerdo con su ajuste al objetivo de investigación y los criterios de inclusión: 211 artículos incumplieron alguno de los criterios de inclusión, 49 fueron preseleccionados en la instancia de elegibilidad para su lectura completa y 33 fueron también eliminados por cumplir con alguno de los criterios de exclusión.

A partir de esta selección de artículos se diseñó una base de datos, en la que se detallaron: (a) cantidad de personas en la muestra; (b) tamaño de la muestra y clasificación; (c) paradigma experimental; (d) tipo de estímulos; (e) componente de ERP analizado; (f) resultados electrofisiológicos encontrados. Cada artículo fue evaluado de acuerdo con la coherencia interna, considerando el objetivo de la revisión. Finalmente, en esta instancia de inclusión se obtuvo la selección final para la síntesis cualitativa, integrada por diecisésis artículos (Figura 1).

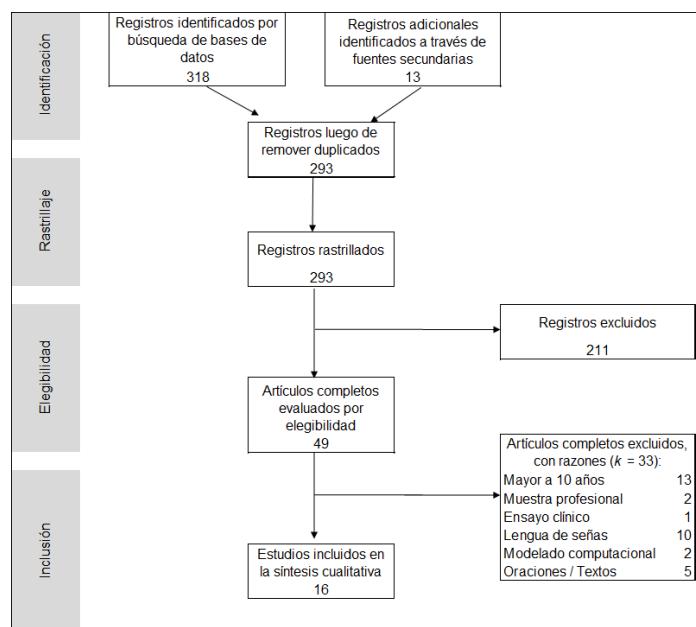


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos.

Resultados

Un total de diecisésis artículos de investigación cumplieron con los requisitos de extracción de datos. Los artículos fueron divididos por sus ejes temáticos en tres grupos. En el primero, se presentan los principales componentes de ERP involucrados en el reconocimiento cuando existen manipulaciones morfológicas. En el segundo, se detalla la relación entre actividad cerebral y factores semánticos (lexicales) involucrados en el reconocimiento de palabras, incluido el reconocimiento de contenido emocional. Esta diferenciación es tradicional en los modelos cognitivos de reconocimiento de palabras,²³ independientemente del idioma de presentación. La Figura 2 ilustra estos modelos. Finalmente, en el tercero se analizan los componentes relacionados a los procesos de traducción, una habilidad particular de quienes han adquirido una L2.

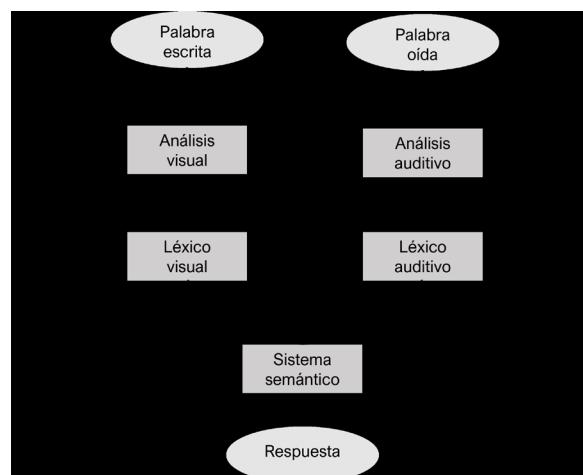


Figura 2. Simplificación del modelo de reconocimiento de palabras propuesto por Ellis.²³

Cambios morfológicos producto de la adquisición de una L2

La adquisición y el uso de una L2 producen cambios anatómicos y funcionales a nivel cerebral.^{24,25} Este fenómeno puede caracterizarse como la incorporación de nuevas cadenas de símbolos asociadas a significados específicos, lo cual implica que la adquisición de vocabulario nuevo en un sistema lingüístico diferente a la L1 produce cambios a nivel fisiológico. Independientemente de los idiomas utilizados, estos cambios derivan del tiempo de consolidación de esta información (véase la Tabla 1, que aborda los principales resultados de los estudios destinados al tema).

Tabla 1. Síntesis de resultados: factores morfológicos involucrados en la respuesta de ERP.

Referencia	Muestra&	Diseño/Tarea	Comparación	Componente	Ventanas de análisis	Resultados
(26)	Estudiantes L2 (N=12)	Programa de entrenamiento en vocabulario Sesión: 1 vs 2 vs 3	Idioma: L1 vs L2	pre N400	200 - 350 ms	L1 > L2
			Distribución: anterior vs posterior	N400	350 - 600 ms	L1 > L2 en sitios posteriores
				post N400	600 - 800 ms	Sesión: 3 > 2 > 1 L1 > L2 en sitios posteriores L1 < L2 en sitios anteriores
(31)	BL (N=16)	TDL	Lexicalidad: palabras vs pseudopalabras	N400	250 - 350 ms	Sin diferencias
	ML (N=16)		Frecuencia: AF vs BF		350 - 450 ms	Sin diferencias
			Morfología: monomórficas vs polimórficas		450 - 550 ms	Pseudopalabras > Palabras (más larga en BL) BF > AF en BL
					550 - 650 ms	Pseudopalabras > Palabras (más larga en BL) Monomórficas > Polimórficas en BL
(32)	EL2 alto dominio (AD; N=15)	Priming	Grupo: AD vs BD	N400	350 - 400 ms	AD: no relacionado > relacionado solo pares morfológicos
	EL2 bajo dominio(BD; N=16)		Pares morfológicos: relacionados vs no relacionados		400 - 450 ms	AD: no relacionado > relacionado solo pares morfológicos
			Pares semánticos: relacionados vs no relacionados			AD y BD: no relacionado > relacionado solo pares ortográficos
			Pares ortográficos: relacionados vs no relacionados		450 - 500 ms	AD y BD: no relacionado > relacionado solo pares semánticos
					500 - 550 ms	AD y BD: no relacionado > relacionado solo pares ortográficos
					550 - 600 ms	AD: no relacionado > relacionado solo pares morfológicos
						Sin diferencias

Nota. BL: muestra bilingüe; ML: muestra monolingüe; L1: primer idioma/idioma dominante; L2: segundo idioma; TDL: tarea de decisión léxica; SA: número de sentidos asociados; BF: baja frecuencia; AF: alta frecuencia; LPC: componente/complejo positivo tardío (late positive component/complex); EPN: negatividad posterior temprana (early posterior negativity); SOA: asincronía en el comienzo del estímulo (stimulus onset asynchrony)

En su estudio, Soskey et al.²⁶ observaron cambios en el componente N400 a lo largo del aprendizaje de una L2. Para esto, los investigadores evaluaron estudiantes de L2 a lo largo de un semestre (3 sesiones) mediante una tarea de decisión léxica, en la cual se les solicitaba discriminar palabras (e.g. *city*) de pseudopalabras (e.g. *pook*) en L1 y L2, mientras se registraba su actividad cerebral con EEG. Los autores esperaban que, al comparar palabras y pseudopalabras, la amplitud del componente N400 cambiara, reflejando la correcta incorporación de las palabras nuevas (en L2) al léxico. En línea con su hipótesis encontraron un aumento progresivo en la amplitud de N400 a lo largo de las sesiones exclusivo para L2, lo cual indica que la consolidación de unidades semánticas nuevas produce cambios a nivel electrofisiológico. Las diferencias en el componente N400 entre L1 y L2 disminuyen al aumentar la competencia en L2, es decir, a medida que aumenta la frecuencia con la que los participantes interactúan con la L2.

Ahora bien, las características morfológicas de los estímulos otorgan distintos niveles de complejidad al reconocimiento de palabras.²⁷⁻³⁰ Dos artículos se centraron en investigar cómo estas características inciden en el reconocimiento de palabras en población bilingüe, indagando sobre la forma en la que las palabras escritas con estructuras morfológicamente complejas son procesadas en diversas etapas del aprendizaje de una L2. Por un lado, Lehtonen et al.³¹ compararon el reconocimiento de palabras en bilingües que adquirieron su L2 en los primeros años de vida y en monolingües. Los participantes realizaron una tarea de decisión léxica en el idioma utilizado por los participantes monolingües. Esta tarea presentó dos manipulaciones experimentales: la frecuencia con la que aparece una palabra en el idioma (baja vs alta) y su estructura morfológica (simples, como *luz*, vs complejas, como *flexión*). Los resultados mostraron que el componente N400 presentó una mayor latencia en bilingües que en monolingües. Además, en el caso de los participantes bilingües las palabras simples de baja frecuencia mostraron mayor amplitud negativa que las palabras complejas de alta frecuencia. A partir de estos resultados, los autores sostienen que las personas bilingües son más sensibles a la manipulación de estímulos que las personas monolingües, ya que los bilingües debían acceder simultáneamente a dos representaciones de la palabra en lugar de una. Es por este motivo que se observa una mayor latencia, es decir, un retraso en la aparición de N400 en los participantes bilingües frente a los monolingües.

Por su parte, Liang y Chen³² evaluaron el reconocimiento de palabras complejas en participantes bilingües con alto

y bajo dominio de L2. Los autores utilizaron un diseño de *priming* de repetición, según el cual se esperaba observar una respuesta más rápida y precisa si la palabra, o una parte de ella, había sido vista anteriormente. Los investigadores diseñaron tres condiciones para los pares de palabras pares relacionados morfológica (*caminando* [*prime*] – *camino* [*blanco*]), semántica (*sonrisa*– *risa*) y ortográficamente (*planta*– *plan*), los cuales se compararon con pares no relacionados (*sonrisa* – *planta*). En la condición morfológica, los bilingües con alto dominio mostraron un efecto de *priming* en el caso de las palabras relacionadas en comparación con los pares no relacionados en tres ventanas temporales (350-400 ms, 400-450 ms y 500-550 ms). Este efecto se manifestó como una atenuación en el componente N400, que mostró una mayor positividad en los ensayos que incluían pares morfológicamente relacionados. Mientras que en la condición semántica este efecto no fue observado, en el caso de la condición ortográfica el efecto de *priming* se presentó en ventanas temporales más tardías (400-450 ms y 450-500 ms). Cabe mencionar que no se encontraron diferencias por dominio de idioma, ya que ambos grupos mostraron los mismos patrones de respuesta. Se ha observado que, en población monolingüe, las amplitudes de N400 ante un estímulo blanco disminuyen, esto es, se vuelven más positivas, cuando el estímulo *prime* ha activado alguna de las propiedades del estímulo blanco y/o lo ha hecho más predecible.⁹ En este caso, Liang y Chen sostienen que dichas diferencias en la condición morfológica se deben a que el dominio de L2 otorga la capacidad de descomponer la palabra presentada. El efecto de *priming* morfológico sería relevante porque refleja la capacidad para manipular las palabras como lo haría un hablante nativo. Cuando el bilingüe de alta competencia observa el *prime* *caminando* es capaz de discriminar raíz (*camin-*) y flexión (-*ando*), lo cual deja un trazo mnémico que facilita el acceso a la palabra *blanco* (*camino*). Los bilingües de alto dominio, en cambio, almacenarían cada ítem léxico de forma completa, lo que les impediría aplicar una regla de descomposición. En este sentido, mientras los bilingües de alto dominio almacenarían la raíz de una palabra (*camin-*) para poder combinarla con otros sufijos (*camin+o*, *camin+ante*, *camin+ata*), los bilingües de bajo dominio almacenarían las palabras completas como ítems únicos (*camino*, *caminante*, *caminata*). Esta explicación da cuenta de por qué los pares ortográficamente relacionados (*planta* – *plan*), que no requieren una descomposición, también observaron un efecto de *priming* en N400: tanto el grupo de alto dominio como de bajo dominio son igualmente sensibles a la manipulación ortográfica. Por otro lado, la ausencia de un efecto de *priming* en la condición semántica en ambos

dominios indicaría que, a pesar de que se reconozca el significado de las palabras, esto no es suficiente para dejar un trazo mnémico que active las propiedades del estímulo blanco.

Ambos estudios indicarían que el nivel morfológico —a diferencia de otros niveles de análisis, como el fonológico— sería particularmente sensible a los cambios en el reconocimiento de palabras en bilingües, las cuales presentarían marcadores electrofisiológicos que apuntarían hacia un mejor reconocimiento de los cambios producidos. Esta habilidad de descomposición beneficiaría exclusivamente el reconocimiento de palabras relacionadas morfológicamente, mientras que la semántica y la ortografía dependerían del nivel de dominio del hablante.³² En esta línea, el principal componente analizado fue el N400.

Factores semánticos involucrados en el reconocimiento de palabras en L2

Hasta aquí se presentaron los estudios centrados en manipulaciones morfológicas, no obstante, el reconocimiento de palabras también se da en un nivel léxico-semántico, es decir, a través de las representaciones de la palabra completa con su significado (*Tabla 2*). Taler et al.³³ utilizaron una tarea de decisión léxica en inglés y en inglés y francés para evaluar el reconocimiento de palabras en monolingües y bilingües, respectivamente. Las palabras a reconocer fueron agrupadas de acuerdo con su riqueza semántica: palabras con una alta cantidad de significados asociados y palabras con baja cantidad de sentidos asociados. Los autores encontraron que las palabras con baja riqueza semántica se correspondieron con una mayor amplitud negativa en N400 en comparación con aquellas de alta riqueza semántica, esto se cumplió para ambos grupos. Al igual que en estudios previos, el aumento de N400 (i.e., mayor negatividad) es interpretado como una dificultad para procesar la información. En este caso, el acceso a la información semántica se ve facilitado cuando la palabra tiene varios sentidos asociados. Para corroborar posibles diferencias al interior del grupo bilingüe, los autores compararon su desempeño en L1 y L2, y encontraron que esta diferencia de amplitudes sólo se observó en L2. Esto podría explicarse a partir de la experiencia relativa que monolingües y bilingües tienen con el lenguaje. Dado que las experiencias comunicacionales de las personas bilingües se dan en dos idiomas distintos, la aprehensión de los distintos significados y la frecuencia con la que aparecen puede verse escindida entre L1 y L2. En contraste, en el caso de los cognados, palabras que comparten significado, ortografía y/o pronunciación en dos idiomas, como la palabra *animal* en castellano e inglés, se esperaría que estas palabras estén facilitadas.

Peeters et al.³⁴ tomaron esta hipótesis para estudiar cómo interactuaban conocimiento semántico y la frecuencia léxica en personas bilingües. Para ello, realizaron una tarea de decisión léxica en L2 (inglés), en la que compararon cognados, palabras control (no cognados) y pseudopalabras. A su vez, manipularon la frecuencia con la que cada palabra aparecía, generando grupos de alta y baja frecuencia en L1, en L2 o en ambos idiomas. De forma general, los investigadores encontraron que las palabras de alta frecuencia, en L1 y L2, mostraron un menor N400, lo cual sugiere que la frecuencia facilita la integración de estas palabras. Al contrastar solamente palabras cognadas y controles, hallaron un patrón similar: los cognados presentaron menor N400 en comparación con las palabras control. Los autores también hallaron que el tipo de palabra moduló un segundo componente, el componente LPC, en el que los cognados también mostraron menor amplitud en comparación con las palabras control, indicando que solo estas últimas requerirían un reanálisis posterior.

Estos resultados fueron replicados por Bice y Kroll,³⁵ quienes realizaron la misma tarea y comparación semántica (cognados vs. control) con estudiantes iniciales e intermedios de L2, a quienes compararon con una muestra monolingüe. En dicho estudio, los cognados produjeron un menor N400 tanto en L1 (monolingües) como en L2. Tomados en conjunto, los resultados de ambos estudios pueden interpretarse como una facilitación inicial en el procesamiento de cognados, la cual es evidenciada por una atenuación en el componente N400, y por una mayor necesidad de reanálisis de la información de las palabras control en el caso de Peeters et al.,³⁴ quienes encontraron una mayor positividad en el componente LPC.

Por ende, las personas bilingües son sensibles a los cambios producidos en las palabras en el nivel semántico y, como se vio en el apartado anterior, los resultados dependen del nivel de dominancia de L2. En los estudios de Taler et al.³³ y Lehtonen et al.,³¹ las diferencias pueden ser explicadas como producto de una menor exposición a las palabras en L2 por parte de los bilingües. El componente N400 se ve involucrado sistemáticamente en todos los estudios; a pesar de haberse hallado resultados tentativos que apuntan a un reanálisis de la información, solo una investigación incluyó el análisis de componentes temporalmente posteriores a N400, como LPC.

Dentro del nivel semántico, otro tópico de interés es el significado emocional de las palabras. Estudios en población monolingüe indican que el contenido emocional también funciona como estímulo prime, replicando el efecto de N400,³⁶ y que existen componentes de ERP específicos para este tipo de estímulos.^{37,38}

Tabla 2. Síntesis de resultados: factores semánticos involucrados en la respuesta de ERP.

Referencia	Muestra	Diseño/tarea	Comparación	Componente	Ventanas de análisis	Resultados
(33)	ML (N=17) BL (N=18)	TDL	Sentidos asociados: alto SA y bajo SA Grupo: ML vs BL Idioma: L1 vs L2	N400	300 - 600 ms	ML y BL: bajo SA > alto SA SA x Grupo: bajo SA > alto SA solo en ML BL L1 vs L2: bajo SA > alto SA en L2
(35)	BL (N=19)	TDL	Lexicalidad: palabras vs pseudopalabras Idioma: L1 vs L2 Frecuencia: AF vs BF Semántica: cognados vs control	N400	300 - 400 ms 400 - 500 ms 500 - 600 ms	L2: AF > BF L2: AF > BF, cognados y control L1: AF < BF solo en cognados L2: AF > BF
				LPC	600 - 700 ms 700 - 800 ms 800 - 900 ms	L2: AF > BF solo en cognados Control > Cognados Control > Cognados
(34)	ML (N=25) Estudiantes L2 (N=36)	TDL	Semántica: cognados vs control Grupo: ML vs estudiantes Dominio: estudiantes intermedios vs iniciales Idioma: L1 vs L2	N400	300 - 500 ms*	L1: no cognados > cognados L2: no cognados > cognados L2: intermedios > iniciales
(43)	BL (N=32)	TDL	Latencia: L1 vs L2 Emocionalidad: palabras emocionales vs neutras	EPN	280 - 430 ms	Palabras emocionales > Neutras Interacción idioma x Tiempo: retraso en L2 respecto de L1
(45)	Est. 1: BL (N=24)	TDL	Emocionalidad: Pos vs Neu vs Neg	P1 y N2	250 - 400 ms	Sin diferencias
				EPN	250 - 350 ms	L1: palabras positivas > neutras L2: sin diferencias
				LPC	450 - 500 ms 500 - 550 ms 550 - 600 ms	L1: sin diferencias L2: sin diferencias L1: palabras positivas < neutras L2: sin diferencias L1: palabras positivas < neutras L1: palabras positivas < negativas L2: sin diferencias
(46)	BL (N= 20) Longitudinal	Priming enmascarado Dirección: L1-L2	Emocionalidad: Pos vs Neu Sesión: 1 vs 2 Afectividad: congruencia afectiva (pos-pos, neu-neu) vs incongruencia afectiva (neu-pos, pos-neu) Traducción: relacionados vs no relacionados	N1 / P1 P2 / N2 N400	80 - 150 ms 150 - 300 ms 350 - 550 ms	Traducción: relacionado > no relacionado Pos > Neu Sesión: sin diferencias Traducción: no relacionado > relacionado Congruencia afectiva: sin diferencias Sesión: sin diferencias Traducción: relacionado < no relacionado Pos < Neu Sesión: sesión 1 > sesión 2 Congruencia afectiva x Traducción: relacionados < no relacionados en ensayos congruentes Congruencia afectiva x Traducción: relacionados > no relacionados en ensayos incongruentes relacionado > no relacionado Pos > Neu Sesión: 2 > 1
(47)	BL (N=15) ML (N=30)	Priming enmascarado	Emocionalidad: Pos vs Neu vs Neg	N400 LPC	300 - 500 ms 450 - 650 ms	BL: no relacionados > palabras neutras BL: no relacionados > palabras positivas ML L1: no relacionado > palabras neutras ML L1: no relacionado > palabras positivas ML L1: no relacionado > palabras negativas ML L2: sin diferencias BL: palabras pos y neg > no relacionadas ML L1: palabras pos y neg > no relacionadas ML L2: palabras pos y neg > no relacionadas

Nota. BL: muestra bilingüe; ML: muestra monolingüe; L1: primer idioma/idioma dominante; L2: segundo idioma; TDL: tarea de decisión léxica; SA: número de sentidos asociados; BF: baja frecuencia; AF: alta frecuencia; LPC: componente/complejo positivo tardío (late positive component/complex); EPN: negatividad posterior temprana (early posterior negativity); SOA: asincronía en el comienzo del estímulo (stimulus onset asynchrony); Pos: estímulos agradables/positivos; Neu: estímulos neutros; Neg: estímulos desagradables/negativos.

Por un lado, el EPN es un componente que se observa entre los 250 y 350 ms luego de presentar un estímulo con contenido emocional. Cuando este componente se presenta secuencialmente con LPC, se interpretan como la captura atencional y el posterior procesamiento de la información emocional presentada.

Las experiencias emocionales pueden identificarse por la valencia, que indica el nivel de agradabilidad de una palabra (las palabras positivas son las más agradables, las negativas son las más desagradables), y la activación, que indica el grado de excitación que genera.³⁹⁻⁴² Con respecto a cómo se traducen estos hallazgos a la población bilingüe, Opitz y Degner⁴³ hipotetizaron que, si existe una menor respuesta emocional en L2,⁴⁴ se debería observar una reducción del componente EPN para palabras emocionales en L2 comparadas con palabras en L1. En su estudio, se indicó a los participantes que realizaran una tarea de monitoreo léxico, en la cual identificaron pseudopalabras ortográficamente similares a palabras reales con contenido emocional. Los autores encontraron que las palabras emocionales generaron mayores deflexiones negativas que las neutras en la ventana temporal de 280 a 430 ms. Al dividir esta ventana temporal cada 50 ms, encontraron que las palabras emocionales modulaban el componente EPN tanto en L1 como en L2. Sin embargo, el efecto de valencia en L1 se produjo en la sección más temprana de la ventana temporal, indicando que las palabras emocionales en L2 se procesan con retraso en comparación con palabras en L1.

Chen et al.⁴⁵ encontraron resultados diferentes al estudio anterior. Para evaluar el procesamiento de palabras emocionales en bilingües examinaron los componentes EPN y LPC en una tarea de decisión léxica con contenido emocional. Los autores encontraron que ambos componentes eran modulados de acuerdo con la valencia emocional, aunque solo para las palabras presentadas en L1. En el caso de EPN, las palabras positivas generaron una mayor negatividad que las palabras neutras, mientras que para LPC las palabras negativas y neutras generaron una mayor positividad que las palabras positivas. Al analizar las ventanas temporales con 50 ms de desfasaje, hallaron que las palabras neutras en L2 produjeron un patrón semejante al del componente N400. A diferencia de los estudios previos, las palabras neutras en L2 indujeron mayor negatividad que las palabras positivas, indicando que el acceso e integración de las palabras fue facilitado en el caso de las personas bilingües cuando el contenido semántico era emocionalmente positivo.

En cuanto al aprendizaje de una segunda lengua, hay autores que postulan que los aprendientes atienden al contenido emocional de las palabras en momentos más tempranos del aprendizaje. Para corroborar esta idea, Sianipar et al.⁴⁶ utilizaron un paradigma de *priming* con palabras emocionales en adultos inscritos en un curso de idioma de cinco semanas de duración y analizaron ventanas temporales tempranas (N1, P1, N2, P2,) y tardías (N400, LPC) durante cuatro sesiones de evaluación. El objetivo fue evaluar la sensibilidad frente al contenido emocional de los estímulos, para lo cual palabras positivas y neutras en L2 fueron precedidas por palabras prime en L1 con valencia positiva, neutra y negativa (pares afectivamente congruentes e incongruentes). Los autores observaron cambios electrofisiológicos en ventanas tempranas y tardías en el reconocimiento de palabras emocionales en L2. Desde la primera sesión, las palabras positivas mostraron una mayor amplitud que las palabras neutras en los componentes N1 y LPC, mientras que en el componente N400 se halló el efecto opuesto. Esto indicaría que quienes aprenden un segundo idioma atienden al contenido emocional de las palabras en momentos muy tempranos del aprendizaje de L2. Sin embargo, dado que las palabras en L2 fueron precedidas por palabras en L1, estas podrían haber activado la connotación afectiva.

Para identificar si la presentación de L1 activa o no connotaciones afectivas en L2, Wu y Thierry⁴⁷ implementaron un diseño que combina el paradigma de *priming* con la traducción implícita y espontánea, introduciendo una repetición fonética enmascarada. En este caso, participantes bilingües observaron pares de palabras relacionadas por su valencia emocional (positivas, neutras y negativas) y pares no relacionados. En cada ensayo relacionado, los participantes observaron una palabra prime con valencia emocional (e.g., *fra-caso*) y, a continuación, una palabra relacionada implícitamente a través de la repetición de un fonema en L1 (e.g., *fra-nela*). En los ensayos no relacionados, esta repetición no existía (e.g., *clima - género*). En todos los casos, se les solicitó que indicaran si las palabras se encontraban o no relacionadas. Cabe resaltar que, para indagar si esta respuesta se veía afectada por la repetición de fonemas al traducir automáticamente los estímulos de L1 a L2, los participantes bilingües respondieron a la tarea en su L2. El desempeño fue contrastado con dos grupos controles nativos en la L1 y L2 del grupo bilingüe. Al comparar los ensayos relacionados y no relacionados, los investigadores encontraron que en el grupo bilingüe los pares positivos y neutros produjeron un menor N400 que los pares no relacionados (sin repetición fonética implícita en L1).

El mismo patrón se encontró en el grupo control L1 para todas las categorías de valencia. En cambio, el grupo control L2, para quienes ningún ensayo presentaba repetición de fonemas, no se presentó modulación en N400 en ninguna de las condiciones mencionadas, lo cual indicó un procesamiento similar para pares relacionados y no relacionados. Los autores sostienen que estos resultados evidencian un efecto específico de la valencia sobre el procesamiento de palabras en bilingües. Por un lado, la repetición de fonemas es un factor modulador que facilita el procesamiento de las palabras, evidenciado por el menor N400 en todas las categorías de valencia para el grupo control L1. Por otro lado, para los bilingües este efecto fue modulado por la valencia de los pares presentados, ya que esta facilitación se observó en los pares positivos y neutros. Esto sugiere que la lectura de palabras positivas y neutras provoca una coactivación de ambas lenguas, por lo que el efecto de repetición se mantiene en el componente N400. Sin embargo, la lectura de palabras neutras, que no produjo esta modulación, indica una falla en la activación de los equivalentes de traducción en la L1, por lo que los patrones de respuesta son similares a los del grupo control L2, en el cual la repetición de fonemas estaba ausente.

En suma, los estudios presentados indican que las palabras emocionales en L2 presentan retrasos en la latencia con respecto a L1.⁴³ Al igual que lo observado en manipulaciones sub-lexicales, este retraso podría representar una mayor dificultad para acceder al contenido semántico de la palabra. Un equipo de investigación no replicó los resultados en materia de contenido emocional: Chen et al.¹² encontraron un atraso de 50 ms para palabras neutras en L2. Los cuatro estudios descritos observaron un sesgo en el procesamiento de palabras emocionales, ya sea en L¹² o en L1 y L2^{43, 46, 47} evidenciado por una mayor negatividad frente a palabras neutras. Esto se interpreta como una mayor captura atencional por parte de este tipo de palabras. Ahora bien, ya otras investigaciones han mostrado que tanto la edad de adquisición como el dominio de la L2 son factores fundamentales para comprender las operaciones que subyacen su procesamiento (véase Liang y Chen³²), sin embargo, ningunos de estos estudios contrastan dichas variables. Sobre este tema, Wu y Thierry⁴⁷ indican que ambos factores son insuficientes para dar cuenta del efecto específico de la valencia para modular el procesamiento de palabras en bilingües. Esto se debe a que, por sí solos, no ofrecen fundamentos suficientes para suponer que palabras positivas y negativas en L2 se adquirirían en contextos, edades o períodos de la vida sistemáticamente diferentes que

justifiquen las variaciones psicofisiológicas observadas. Pese a esto, se requiere mayor evidencia para obtener definiciones concluyentes.

Con respecto a los componentes de ERP involucrados, se observa una discrepancia en relación a la nomenclatura y la función para componentes específicos provocados por el contenido emocional. Dos estudios definieron a EPN como el componente principal para el procesamiento emocional, mientras que uno seleccionó el N400, en concordancia con las investigaciones que no utilizaron estímulos emocionales. Dado que ambos componentes comparten polaridad y aparición temporal, estas diferencias pueden relacionarse con la tarea experimental utilizada, en tanto las tareas de prime favorecen la aparición de N400 y las tareas de decisión léxica, de EPN.

El proceso de traducción

Una forma de acceder a la información semántica en personas bilingües es mediante tareas de traducción explícita, en las cuales los participantes deben identificar la mejor traducción para una palabra en un determinado idioma. Este proceso implica que la persona debe acceder a la información almacenada en el idioma de entrada para reformular una respuesta correcta en el idioma blanco (véase la Tabla 3, que muestra un resumen de los estudios al respecto). Si bien traductores e intérpretes poseen una ventaja en este tipo de tareas como producto del entrenamiento, la necesidad de traducir también es inherente a la experiencia bilingüe.⁴⁸

Chung et al.⁴⁹ evaluaron los efectos de la complejidad morfológica en tareas de traducción en idiomas con distinta escritura, y combinaron una tarea de decisión léxica con un diseño de priming enmascarado para evaluar a los participantes bilingües. En el estudio 1 les presentaron palabras prime en L2 y blancos en L1 y en el estudio 2 invirtieron el orden. En ambos casos, los blancos eran palabras compuestas (i.e., palabras que integran dos palabras simples, como mediodía), mientras que los prime eran: traducciones correctas de la palabra compuesta (e.g., *midday*), partes de la palabra traducida (e.g., *day*) o palabras no relacionadas (e.g., *trabajo*). Los resultados indicaron que tres componentes se encontraban involucrados en este proceso. Por un lado, tanto para el estudio 1 (dirección L2-L1) como para el estudio 2 (dirección L1-L2), las palabras no relacionadas presentaron un N400 mayor que las demás condiciones. Por otro lado, las palabras del estudio 2 presentaron efectos en ventanas temporales más tempranas: específicamente, el componente N150 se presentó disminuido en las palabras no relacionadas

Tabla 3. Estudios de traducción sobre la respuesta de ERP

Referencia	Muestra	Diseño/Tarea	Comparación	Componente	Ventanas de análisis	Resultados
(49)	BL (N=20)	Priming enmascarado Est. 1: dirección L2 - L1. Est. 2: dirección L1 - L2.	Traducciones compuestas vs Componentes vs No relacionadas.	N150 N250 N400	100 - 200 ms 200 - 300 ms 350 - 500 ms	Est. 1: sin diferencias Est. 2: traducción compuesta > no relacionado Est. 2: componente relacionado > no relacionado Est. 1: sin diferencias Est. 2: componente relacionado < traducción compuesta Est. 1: componente no relacionado > traducción compuesta Est. 1: componente no relacionado > componente relacionado Est. 2: componente relacionado > traducción compuesta Est. 2: componente no relacionado > traducción compuesta Est. 2: componente no relacionado > componente relacionado
(50)	Est. 1: BL (N=17) Est. 2: BL (N=20)	Reconocimiento de traducción	Traducción: directa vs inversa Concretud: concreta vs abstracta	N400	300 - 500 ms	Est. 1: inversa > directa Est. 1: concreta = abstracta Est. 2: inversa > directa Est. 2: concreta = abstracta
(12)	BL (N=21)	Reconocimiento de traducción	Traducción: directa vs inversa Familiares vs No familiares	N400	300 - 450 ms	Inversa > Directa Familiares > No familiares Traducción x familiaridad: inversa > directa solo para palabras familiares
(51)	Est. 1: BL SOA-L Est. 2: BL SOA-C	Reconocimiento de traducción	Pares de traducción: traducción vs distractores Pares semánticos: relacionados vs no relacionados	P200 N400 LPC	150 - 300 ms 300 - 500 ms 500 - 700 ms	Est. 1: pares semánticos: no relacionados > relacionados Est. 1: pares de traducción: traducciones > controles Est. 2: pares semánticos: sin diferencias Est. 2: pares de traducción: sin diferencias Est. 1: pares semánticos: sin diferencias Est. 1: pares de traducción: sin diferencias Est. 2: pares semánticos: no relacionados > relacionados Est. 2: pares de traducción: sin diferencias Est. 1: pares semánticos: no relacionados > relacionados Est. 1: pares de traducción: traducciones > controles Est. 2: pares semánticos: no relacionados > relacionados Est. 2: pares de traducción: traducción > distractores
(52)	BL (N=24)	Priming enmascarado	Pares de palabras con alta relación (AR): relacionadas y no relacionadas Pares de palabras con baja relación (BR): relacionadas y no Relacionadas Vecinos de traducción (VT): relacionados vs no relacionados	P200 N400 LPC	150 - 300 ms 300 - 500 ms 500 - 700 ms	AR: sin diferencias BR: sin diferencias VT: sin diferencias AR: no relacionados > relacionados BR: no relacionados > relacionados VT: sin diferencias AR > BR AR: sin diferencias BR: sin diferencias VT: no relacionados > vecinos VT: relacionados > no relacionados
(53)	Estudiantes L2 SOA - L (N=34) Estudiantes L2 SOA - C (N=35)	Reconocimiento de traducción	Pares semánticos: distractores vs control Pares de traducción: distractores vs control	P200 N400 LPC	150 - 300 ms 300 - 500 ms 500 - 700 ms	SOA - L: distractores (semánticos y de traducción) > control SOA - C: sin diferencias Distractores semánticos < Control en ambos SOA SOA - L: distractores (semánticos y de traducción) > control SOA - C: sin diferencias

Nota. BL: muestra bilingüe; ML: muestra monolingüe; L1: primer idioma/idioma dominante; L2: segundo idioma; TDL: tarea de decisión léxica; SA: número de sentidos asociados; BF: baja frecuencia; AF: alta frecuencia; LPC: componente/complejo positivo tardío (*late positive component/complex*); EPN: negatividad posterior temprana (*early posterior negativity*); SOA: asincronía en el comienzo del estímulo (*stimulus onset asynchrony*)

con respecto a los otros dos tipos. Además, el componente N400 se observó disminuido para los componentes relacionados en comparación con las palabras traducidas. Esta asimetría en los efectos de traducción se interpreta como una facilitación por parte de la L1 para la descomposición morfológica de palabras compuestas en la L2, presente desde los momentos más tempranos del reconocimiento de palabras.

Sin embargo, la modulación de N400 difiere cuando el paradigma de *priming* no está presente. Cuando a los participantes se les solicita indicar si la segunda palabra presentada en una tarea es una traducción adecuada de su antecesora (por ejemplo, para *table*, una traducción adecuada sería *mesa* y no *tabla*), la dirección en que se realiza la traducción tiene efectos significativos sobre el N400. Palmer et al.⁵⁰ realizaron dos estudios, en los cuales los participantes bilingües debían indicar si un par de palabras en L1 y L2 compartían el significado. En ambos casos, los autores encontraron que la traducción inversa (dirección L2 a L1) produjo una mayor negatividad en N400 que la traducción directa (dirección L1 a L2). Resultados similares se encontraron en Chen et al.⁴⁵ Según estos autores, la asimetría en el dominio de L1 y L2 condiciona el acceso al significado en L2, ya que solo la presentación previa del estímulo en L1 permite una preparación para ofrecer una respuesta correcta en L2.

Asimismo, la similitud entre las palabras (i.e., las características y significados que comparten) produce efectos a nivel electrofisiológico. Guo et al.⁵¹ examinaron el curso temporal de palabras similares por forma o significado mediante dos estudios. De forma general, ambos consistieron en solicitarles a los participantes que indicasen si una palabra en L2 (blanco) era la traducción correcta de otra (*prime*), presentada anteriormente en L1. Las condiciones críticas fueron las traducciones incorrectas, las cuales podían pertenecer a dos condiciones: palabras distractoras relacionadas por forma o por semántica a la palabra en L1. Por ejemplo, el *prime latent*, cuya traducción correcta es *latente*, fue emparejado con un parónimo de esta, como *latiente* (distracción por forma), mientras que el *prime man*, cuya traducción correcta es *hombre*, fue emparejado con *mujer* (distracción por semántica). Estos pares fueron comparados con pares control conformados por el mismo estímulo *prime* (*latent* y *man*, en los ejemplos anteriores) emparejados con una palabra blanco no relacionada. En un primer estudio, los autores utilizaron un período de intervalo largo entre el estímulo en L1 y L2; en el segundo, un intervalo corto. Encontraron que los pares semánticos produjeron un menor N400 para

ambos intervalos de tiempo, en comparación con los pares no relacionados. En contraste, solo el intervalo corto provocó un mayor LPC. Los pares de forma, en cambio, presentaron modulaciones significativas en los intervalos más largos: tanto en el componente más temprano como en el más tardío, los pares distractores provocaron un menor N400 y una mayor positividad en LPC que los controles. Para los autores, la información semántica sería prioritaria en el procesamiento de personas bilingües, ya que facilitaría el procesamiento —lo cual es evidenciado por la disminución de N400 al compararlo con controles— incluso en intervalos de tiempo cortos entre *prime* y blanco. En el caso de la información relacionada a la forma, donde el acceso al significado no tiene una relación directa, solo los intervalos más largos entre estímulos facilitan la integración entre *prime* y blanco. Los efectos observados en N400 indicarían que la presencia de L1 activa los equivalentes de traducción en L2 y prepara a la persona para la respuesta. Este proceso sería más rápido en el caso de palabras relacionadas semánticamente, y más elaborado tratándose de palabras similares en forma. A su vez, la capacidad de un reanálisis posterior, marcado por el aumento de LPC, estaría supeditada a los efectos tempranos en N400.

Moldovan et al.⁵² realizaron la misma tarea que Guo et al.⁵¹ pero manipularon los grados de similitud semántica durante el proceso de traducción. Para cada palabra blanco, se alternaron estímulos con alta relación o similitud (AR; *burro - caballo*), con baja relación o similitud (BR; *burro - oso*) o vecinos de traducción (i.e., palabras morfológicamente similares a la traducción correcta; *man - hambre*). Los autores hallaron que tanto los pares AR como BR modularon el componente N400, de forma que los pares no relacionados presentaron mayor amplitud que aquellos relacionados. Este efecto fue mayor para AR que BR. Por otro lado, los vecinos de traducción presentaron una modulación del componente LPC, de modo que los vecinos de traducción relacionados presentaron amplitudes menores que los no relacionados. Estas diferencias indican que el grado de similitud semántica facilita la forma en la que se accede al contenido para reconocer correctamente una palabra en L2. A su vez, la presencia del componente LPC en vecinos de traducción mostraría los esfuerzos cognitivos involucrados en la resolución de conflictos: una hipótesis es que la presentación del L1 activaría automáticamente la traducción correcta en L2 y la similitud morfológica de los vecinos de traducción demandaría un reanálisis de la palabra en L2 presentada.

Similarmente, Ma et al.⁵³ evaluaron hablantes nativos de inglés aprendientes de español como L2. Los autores

siguieron un protocolo similar al de Guo et al.⁵¹ sin embargo, compararon explícitamente a dos grupos de participantes en las mismas tareas (Grupo 1: intervalo largo, Grupo 2: intervalo corto). Además, realizaron las mismas manipulaciones en las palabras blanco que Guo et al.⁵¹ Los autores encontraron que el componente P200 se encontró involucrado únicamente en los intervalos más largos de tiempo, lo cual indica que las palabras distractoras mostraron una mayor positividad que sus correspondientes controles. En el caso del componente N400 solo los distractores semánticos presentaron menor negatividad que las palabras control. Al igual que en el estudio de Guo et al.,⁵¹ la modulación de P200 fue interpretada como una preparación gatillada por la presencia de una palabra en L1, lo que permitía preparar el equivalente de traducción en los tiempos más largos. En cambio, los efectos en N400 exclusivos de los distractores semánticos y presentes en ambos tipos de intervalo sugieren que los efectos de relación semántica aparecen de forma más rápida y efectiva que las relaciones de traducción.

En síntesis, los resultados para los procesos de traducción dependerían fundamentalmente de la tarea presentada y del tipo de traducciones que se soliciten. Por ejemplo, la traducción directa (L1 a L2) facilita el reconocimiento de palabras ya que activa las representaciones de L1 antes que las de L2, las cuales muestran un acceso más rápido y eficaz. En este sentido, el estudio de la traducción integra procesos de descomposición morfológica, identificación semántica y tipo de palabra.

Respecto a los componentes de ERP involucrados, dos estudios incluyeron el análisis de componentes tempranos, identificados como negatividades o positividades en los primeros 300 ms luego de la presentación del estímulo: N/P150, P200 y/o N250. En todos los casos se identifican como indicadores fisiológicos de la locación de recursos atencionales. Por otra parte, tres investigaciones analizaron también el componente LPC. Solo dos de los estudios recabados examinaron únicamente el componente N400.

Discusión

Considerando las condiciones que ofrece la técnica de ERP para el registro de procesamiento cognitivo que ocurre en períodos reducidos de tiempo, el objetivo de la presente revisión de alcance fue describir un conjunto de investigaciones experimentales que examinan el procesamiento de ítems léxicos en personas bilingües mediante el análisis de cambios en las respuestas electrofisiológicas.

De modo general, los hallazgos permitieron esbozar dos grandes líneas de investigación en el área, por un lado, la incidencia de diversos factores psicolingüísticos en el reconocimiento de palabras, en los que se incluyen factores sub-léxicos, como la morfología, y léxicos, como el procesamiento emocional y la riqueza semántica, y, por otro, los casos de traducción.

A partir de los artículos analizados se puede destacar que la metodología en el análisis de material electrofisiológico para el reconocimiento de palabras sigue un patrón sistemático: un primer componente, que indicaría focalizaciones atencionales en el momento más temprano (aproximadamente < 300ms luego de la presentación del estímulo blanco); en segundo lugar, un componente de reconocimiento léxico, ubicado entre los 300 y los 600ms luego de la presentación del estímulo, identificado comúnmente como N400, y, finalmente, un componente identificado con las tareas de reanálisis de la información y la respuesta presentada, situado a > 600ms después de la presentación del estímulo. La Figura 3 ilustra estos procesos. Si bien las características funcionales están mayormente definidas, las características temporales difieren entre cada investigación. En particular, mientras que parece haber un mayor consenso respecto a los componentes temporales, al menos desde la nomenclatura (N400, por ejemplo, para Lehtonen³¹, entre otros), no se observa un consenso respecto a la polaridad o límites temporales de los componentes tempranos. En cambio, la interpretación funcional de estos componentes (relocación de recursos atencionales para reconocimiento del estímulo) se mantiene estable a lo largo de las investigaciones. Estas discrepancias podrían atribuirse a la manipulación experimental, que podría desencadenar respuestas electrofisiológicas en momentos diferentes del procesamiento.

Cada área de investigación circunscripta en la presente revisión mostró resultados particulares. En primer lugar, ciertos factores sub-lexicales, como la morfología, y lexicales, como el contenido semántico, favorecen el reconocimiento de palabras a lo largo del aprendizaje de una segunda lengua. Cabe resaltar la participación de muestras enteramente bilingües y de estudiantes de L2. Los resultados electrofisiológicos indicarían que las personas bilingües utilizan recursos cognitivos de forma alternativa a las monolingües, esto se demuestra por una facilitación en la descomposición morfológica.³¹ En contraste, a nivel semántico, los componentes involucrados varían de acuerdo con la presencia o ausencia de contenido emocional. Para este tipo de palabras, el curso temporal se define principalmente por la presencia conjunta de dos componentes: EPN y LPC.

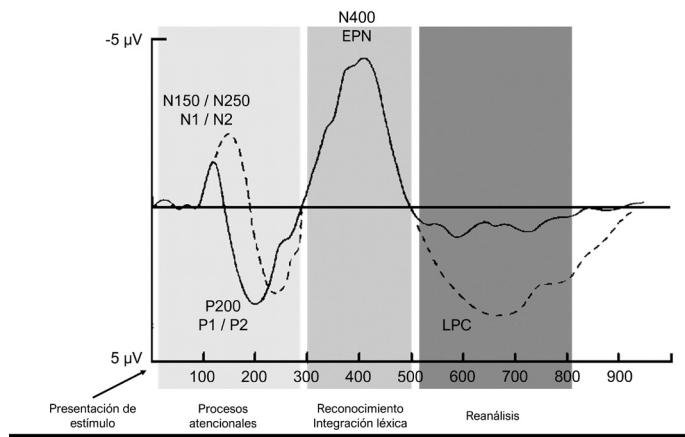


Figura 3. Diagrama idealizado de los componentes de ERP involucrados en el reconocimiento de palabras. Leyenda: LPC: componente/complejo positivo tardío (*late positive component/complex*); EPN: negatividad posterior temprana (*early posterior negativity*). Adaptado de Ma et al.⁵³

A diferencia de otros niveles de análisis, como el morfológico, este nivel incluye como condición el análisis posterior a los 300 ms y de componentes más tardíos. Sin embargo, algunos autores⁴⁷ también indican la utilización de N400 en este tipo de estudios cuando se combinan con tareas de *priming*.

La traducción, en segundo lugar, integra todos los componentes utilizados en los niveles anteriores. Si bien ninguna investigación incluida en este trabajo utilizó estímulos emocionales para tareas de traducción, el patrón general de utilización de componentes de ERP es similar: se toman en cuenta componentes tempranos de análisis como indicadores de captura atencional, mientras que el componente N400 funciona como indicador de la relación semántica entre palabras en L1/L2 y sus correspondientes traducciones.⁵¹⁻⁵³ El estudio de ERP en esta área permite identificar que la traducción inversa (de L2 a L1) requiere de mayor esfuerzo cognitivo que la traducción directa. Esto se observa en las ampliaciones del componente N400, ya que la activación de palabras en L2 no gatilla de forma tan eficaz las representaciones en L1. Estos efectos son similares a los mostrados en el reconocimiento de pseudopalabras.⁵¹

Este trabajo se centró en la identificación de los componentes de ERP involucrados en reconocimiento visual de palabras en poblaciones bilingües. Es necesario señalar que esta revisión presenta una serie de limitaciones que deben tenerse en cuenta. Si bien la metodología de investigación de los estudios reportados se basó en tareas visuales (lectura o reconocimiento visual), el nivel fonológico también ha sido estudiado con la técnica de potenciales evocados.⁵⁵⁻⁵⁷ La forma en la que este nivel interactúa con dicha presentación de estímulos excede los alcances del presente trabajo, sin embargo, se ha observado que marcadores fonológicos, como la similitud ortográfica utilizada en el *priming* de repetición por Liang y Chen³² (*planta-plan*), también interactúa en el procesamiento visual. Futuras investigaciones podrían identificar la presencia y el comportamiento de estos factores en el reconocimiento de palabras bajo la modalidad oral para obtener un abordaje integral de esta temática.

Por otro lado, la información extraída del EEG tiene mayor resolución temporal que espacial.^{6,7,15} Numerosos estudios incluyen también análisis de diversa extensión espacial: desde comparaciones interhemisféricas a análisis de electrodos individuales. En este trabajo, algunas investigaciones²⁶ incorporaron este tipo de análisis. Sin embargo, debido a la ausencia e, incluso, a la falta de consistencia a lo largo de los estudios para definir esta información, dichos resultados no fueron abordados. Investigaciones posteriores podrían definir la sistematicidad y consistencia de esta información.

El aprendizaje y uso de otras lenguas, conocido como bilingüismo, es un fenómeno ampliamente extendido, tanto en países desarrollados y no desarrollados como en diversos estratos socioeconómicos.¹ Debido a esta prevalencia mundial, los beneficios del bilingüismo se han convertido en un tema de estudio de las ciencias cognitivas. Este trabajo resume los resultados de investigaciones que se focalizaron en los procesos básicos que subyacen en las diferentes áreas de estudio presentadas anteriormente. En líneas generales, los resultados son consistentes, aunque ciertos aspectos de la metodología y el análisis aún requieren mayor especificidad. A modo de síntesis, los resultados presentados permiten identificar aquellos indicadores fisiológicos involucrados en la actividad de los hablantes que podrían ser aplicados en el estudio clínico de diferentes cuadros neuropsicológicos, como las afasias bilingües.

Referencias

1. Grosjean F. Bilinguals: a short introduction. En: Grosjean F, Li P, editores. *The psycholinguistics of bilingualism*. Chichester: Wiley-Blackwell; 2013.
2. Sarli L, Justel N. Adquisición y recuerdo de palabras emocionales en población monolingüe y bilingüe. *Rev Colomb Psicol*. 2020;29(2):25-40. doi: [10.15446/rcp.v29n2.78445](https://doi.org/10.15446/rcp.v29n2.78445)
3. Hoversten LJ, Brothers T, Swaab TY, Traxler MJ. Early processing of orthographic language membership information in bilingual visual word recognition: evidence from ERPs. *Neuropsychologia*. 2017;103:183-90. doi: [10.1016/j.neuropsychologia.2017.07.026](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.07.026)
4. Hoshino N, Thierry G. Language selection in bilingual word production: electrophysiological evidence for cross-language competition. *Brain Res*. 2011;1371:100-9. doi: [10.1016/j.brainres.2010.11.053](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.11.053)
5. Wang P, Tan CH, Li Y, Zhang Q, Wang YB, Luo JL. Event-related potential N270 as an index of social information conflict in explicit processing. *Int J Psychophysiol*. 2018;123:199-206. doi: [10.1016/j.ijpsycho.2017.03.005](https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.03.005)
6. Luck SJ. An introduction to the event-related potential technique. 2a ed. Cambridge: Bradford Books; 2014.
7. Beres AM. Time is of the essence: a review of electroencephalography (EEG) and event-related brain potentials (ERPs) in language research. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2017;42(4):247-55. doi: [10.1007/s10484-017-9371-3](https://doi.org/10.1007/s10484-017-9371-3)
8. Duncan CC, Barry RJ, Connolly JF, Fischer C, Michie PT, Näätänen R, et al. Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clin Neurophysiol*. 2009;120(11):1883-908. doi: [10.1016/j.clinph.2009.07.045](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.07.045)
9. Kutas M, Federmeier KD. Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annu Rev Psychol*. 2011;62(1):621-47. doi: [10.1146/annurev.psych.093008.131123](https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123)
10. Kutas M, Hillyard SA. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*. 1980;207(4427):203-5. doi: [10.1126/science.7350657](https://doi.org/10.1126/science.7350657)
11. van Berkum JJ, Hagoort P, Brown CM. Semantic integration in sentences and discourse: evidence from the N400. *J Cogn Neurosci*. 1999;11(6):657-71. doi: [10.1162/08989299563724](https://doi.org/10.1162/08989299563724)
12. Chen CY, Zhang JX, Li L, Wang R. Bilingual memory representations in less fluent Chinese-English bilinguals: an event-related potential study. *Psychol Rep*. 2015;116(1):230-41. doi: [10.2466/28.PRO.116k13w7](https://doi.org/10.2466/28.PRO.116k13w7)
13. Kaan E. Event-related potentials and language processing: a brief overview: event-related potentials and language processing. *Lang Linguist Compass*. 2007;1(6):571-91. doi: [10.1111/j.1749-818x.2007.00037.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-818x.2007.00037.x)
14. Núñez-Peña MI, Corral MJ, Escera C. Potenciales evocados cerebrales en el contexto de la investigación psicológica: una actualización. *Anu Psicol*. 2004;35(1):3-21.
15. Picton TW, Bentin S, Berg P, Donchin E, Hillyard SA, Johnson R, et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*. 2000;37(2):127-52. doi: [10.1111/1469-8986.3720127](https://doi.org/10.1111/1469-8986.3720127)
16. Grainger J, Holcomb PJ. Watching the word go by: On the time-course of component processes in visual word recognition: Time-course of word recognition. *Lang Linguist Compass*. 2009;3(1):128-56. doi: [10.1111/j.1749-818X.2008.00121.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2008.00121.x)
17. Yonelinas AP. The nature of recollection and familiarity: a review of 30 years of research. *J Mem Lang*. 2002;46(3):441-517. doi: [10.1006/jmla.2002.2864](https://doi.org/10.1006/jmla.2002.2864)
18. Abutalebi J, Green D. Bilingual language production: the neurocognition of language representation and control. *J Neurolinguistics*. 2007;20(3):242-75. doi: [10.1016/j.jneuroling.2006.10.003](https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2006.10.003)
19. de Groot AM. Determinants of word translation. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*. 1992;18(5):1001-18. doi: [10.1037/0278-7393.18.5.1001](https://doi.org/10.1037/0278-7393.18.5.1001)
20. Dijkstra T, van Heuven WJB. The architecture of the bilingual word recognition system: from identification to decision. *Biling (Camb Engl)*. 2002;5(3):175-97. doi: [10.1017/s1366728902003012](https://doi.org/10.1017/s1366728902003012)
21. Ameel E, Malt BC, Storms G, Van Assche F. Semantic convergence in the bilingual lexicon. *J Mem Lang*. 2009;60(2):270-90. doi: [10.1016/j.jml.2008.10.001](https://doi.org/10.1016/j.jml.2008.10.001)
22. Lauro J, Schwartz AL. Bilingual non-selective lexical access in sentence contexts: A meta-analytic review. *J Mem Lang*. 2017;92:217-33. doi: [10.1016/j.jml.2016.06.010](https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.06.010)
23. Ellis AW, Young AW. *Neuropsicología cognitiva humana*. Barcelona: Masson; 1992.
24. Hämäläinen S, Sairanen V, Leminen A, Lehtonen M. Bilingualism modulates the white matter structure of language-related pathways. *Neuroimage*. 2017;152:249-57. doi: [10.1016/j.neuroimage.2017.02.081](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.02.081)
25. Legault J, Fang SY, Lan YJ, Li P. Structural brain changes as a function of second language vocabulary training: effects of learning context. *Brain Cogn*. 2019;134:90-102. doi: [10.1016/j.bandc.2018.09.004](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.09.004)
26. Soskey L, Holcomb PJ, Midgley KJ. Language effects in second-language learners: a longitudinal electrophysiological study of Spanish classroom learning. *Brain Res*. 2016;1646:44-52. doi: [10.1016/j.brainres.2016.05.028](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.05.028)
27. Bleasdale FA. Concreteness-dependent associative priming: separate lexical organization for concrete and abstract words. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*. 1987;13(4):582-94. doi: [10.1037/0278-7393.13.4.582](https://doi.org/10.1037/0278-7393.13.4.582)
28. Grainger J. Word frequency and neighborhood frequency effects in lexical decision and naming. *J Mem Lang*. 1990;29(2):228-44. doi: [10.1016/0749-596x\(90\)90074-a](https://doi.org/10.1016/0749-596x(90)90074-a)
29. Leminen A, Smolka E, Duñabeitia JA, Pliatsikas C. Morphological processing in the brain: the good (inflection), the bad (derivation) and the ugly (compounding). *Cortex*. 2019;116:4-44. doi: [10.1016/j.cortex.2018.08.016](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.08.016)
30. Nelson DL, Schreiber TA. Word concreteness and word structure as independent determinants of recall. *J Mem Lang*. 1992;31(2):237-60. doi: [10.1016/0749-596x\(92\)90013-n](https://doi.org/10.1016/0749-596x(92)90013-n)
31. Lehtonen M, Hultén A, Rodríguez-Fornells A, Cunillera T, Tuomainen J, Laine M. Differences in word recognition between early bilinguals and monolinguals: behavioral and ERP evidence.

- Neuropsychologia. 2012;50(7):1362-71. doi: [10.1016/j.neuropsychologia.2012.02.021](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.02.021)
32. Liang L, Chen B. Processing morphologically complex words in second-language learners: the effect of proficiency. *Acta Psychol (Amst)*. 2014;150:69-79. doi: [10.1016/j.actpsy.2014.04.009](https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.04.009)
33. Taler V, López Zunini R, Kousae S. Effects of semantic richness on lexical processing in monolinguals and bilinguals. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:382. doi: [10.3389/fnhum.2016.00382](https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00382)
34. Peeters D, Dijkstra T, Grainger J. The representation and processing of identical cognates by late bilinguals: RT and ERP effects. *J Mem Lang*. 2013;68(4):315-32. doi: [10.1016/j.jml.2012.12.003](https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.12.003)
35. Bice K, Kroll JF. Native language change during early stages of second language learning. *Neuroreport*. 2015;26(16):966-71. doi: [10.1097/WNR.0000000000000453](https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000453)
36. Kissler J, Koessler S. Emotionally positive stimuli facilitate lexical decisions—an ERP study. *Biol Psychol*. 2011;86(3):254-64. doi: [10.1016/j.biopsycho.2010.12.006](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.12.006)
37. Citron FMM, Weekes BS, Ferstl EC. Effects of valence and arousal on written word recognition: time course and ERP correlates. *Neurosci Lett*. 2013;533:90-5. doi: [10.1016/j.neulet.2012.10.054](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.10.054)
38. Kissler J, Herbert C, Winkler I, Junghofer M. Emotion and attention in visual word processing: an ERP study. *Biol Psychol*. 2009;80(1):75-83. doi: [10.1016/j.biopsycho.2008.03.004](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.03.004)
39. Bradley MM, Lang PJ. Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 1994;25(1):49-59. doi: [10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
40. Hinojosa JA, Moreno EM, Ferré P. Affective neurolinguistics: towards a framework for reconciling language and emotion. *Lang Cogn Neurosci*. 2020;35(7):813-39. doi: [10.1080/23273798.2019.1620957](https://doi.org/10.1080/23273798.2019.1620957)
41. Talmi D. Enhanced emotional memory: cognitive and neural mechanisms. *Curr Dir Psychol Sci*. 2013;22(6):430-6. doi: [10.1177/0963721413498893](https://doi.org/10.1177/0963721413498893)
42. Yao Z, Yu D, Wang L, Zhu X, Guo J, Wang Z. Effects of valence and arousal on emotional word processing are modulated by concreteness: behavioral and ERP evidence from a lexical decision task. *Int J Psychophysiol*. 2016;110:231-42. doi: [10.1016/j.ijpsycho.2016.07.499](https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.07.499)
43. Opitz B, Degner J. Emotionality in a second language: it's a matter of time. *Neuropsychologia*. 2012;50(8):1961-7. doi: [10.1016/j.neuropsychologia.2012.04.021](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.04.021)
44. Pavlenko A. Affective processing in bilingual speakers: disembodied cognition? *Int J Psychol*. 2012;47(6):405-28. doi: [10.1080/00207594.2012.743665](https://doi.org/10.1080/00207594.2012.743665)
45. Chen P, Lin J, Chen B, Lu C, Guo T. Processing emotional words in two languages with one brain: ERP and fMRI evidence from Chinese-English bilinguals. *Cortex*. 2015;71:34-48. doi: [10.1016/j.cortex.2015.06.002](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.06.002)
46. Sianipar A, Middelburg R, Dijkstra T. When feelings arise with meanings: how emotion and meaning of a native language affect second language processing in adult learners. *PLoS One*. 2015;10(12):e0144576. doi: [10.1371/journal.pone.0144576](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144576)
47. Wu YJ, Thierry G. How reading in a second language protects your heart. *J Neurosci*. 2012;32(19):6485-9. doi: [10.1523/JNEUROSCI.6119-11.2012](https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.6119-11.2012)
48. García AM. Brain activity during translation: a review of the neuroimaging evidence as a testing ground for clinically-based hypotheses. *J Neurolinguistics*. 2013;26(3):370-83. doi: [10.1016/j.jneuroling.2012.12.002](https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2012.12.002)
49. Chung W, Park M-K, Kim SY. An electrophysiological investigation of translation and morphological priming in biscriptal bilinguals. *J Neurolinguistics*. 2019;51:151-64. doi: [10.1016/j.jneuroling.2019.01.002](https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2019.01.002)
50. Palmer SD, van Hooff JC, Havelka J. Language representation and processing in fluent bilinguals: electrophysiological evidence for asymmetric mapping in bilingual memory. *Neuropsychologia*. 2010; 48(5):1426-37. doi: [10.1016/j.neuropsychologia.2010.01.010](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.01.010)
51. Guo T, Misra M, Tam JW, Kroll JF. On the time course of accessing meaning in a second language: an electrophysiological and behavioral investigation of translation recognition. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*. 2012;38(5):1165-86. doi: [10.1037/a0028076](https://doi.org/10.1037/a0028076)
52. Moldovan CD, Demestre J, Ferré P, Sánchez-Casas R. The role of meaning and form similarity in translation recognition in highly proficient balanced bilinguals: a behavioral and ERP study. *J Neurolinguistics*. 2016;37:1-11. doi: [10.1016/j.jneuroling.2015.07.002](https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2015.07.002)
53. Ma F, Chen P, Guo T, Kroll JF. When late second language learners access the meaning of L2 words: using ERPs to investigate the role of the L1 translation equivalent. *J Neurolinguistics*. 2017;41:50-69. doi: [10.1016/j.jneuroling.2016.09.006](https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2016.09.006)
54. Osterhout L, McLaughlin J, Bersick M. Event-related brain potentials and human language. *Trends Cogn Sci*. 1997;1(6):203-9. doi: [10.1016/S1364-6613\(97\)01073-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01073-5)
55. Jouravlev O, Lupker SJ, Jared D. Cross-language phonological activation: evidence from masked onset priming and ERPs. *Brain Lang*. 2014;134:11-22. doi: [10.1016/j.bandl.2014.04.003](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.04.003)
56. Timmer K, Ganushchak LY, Ceusters I, Schiller NO. Second language phonology influences first language word naming. *Brain Lang*. 2014;133:14-25. doi: [10.1016/j.bandl.2014.03.004](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.03.004)
57. Timmer K, Schiller NO. The role of orthography and phonology in English: an ERP study on first and second language reading aloud. *Brain Research*. 2012;1483:39-53. doi: [10.1016/j.brainres.2012.09.004](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.09.004)

© Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía
Manuel Velasco Suárez