



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Psicología y Educación
Maestría en Aprendizaje de la Lengua y las Matemáticas

**EFFECTOS DE LA ALFABETIZACIÓN EN EL RECONOCIMIENTO VISUAL DE LAS PALABRAS:
UN ESTUDIO ELECTROFISIOLÓGICO**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Aprendizaje de la Lengua y las Matemáticas

Presenta:

Lic. Josué Romero Turrubiates

Dirigido por:

Dra. Gloria Nélide Avecilla Ramírez

Sinodales

Dra. Gloria Nélide Avecilla Ramírez
Presidenta

Dra. Alejandra García Aldeco
Secretaria

Dra. Elia Haydée Carrasco Ortiz
Vocal

Dra. Karina Hess Zimmermann
Suplente

Dra. Cintli Carolina Carbajal Valenzuela
Suplente

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Julio de 2026
México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Página de dictamen

Resumen

La alfabetización es una de las habilidades relativamente más recientes de la historia de la humanidad y su adquisición requiere que el cerebro humano modifique circuitos neuronales que originalmente estaban destinados a realizar otras funciones para aprender a leer y escribir. La presente investigación tuvo el objetivo de estudiar los momentos iniciales de la especialización cerebral por efectos de la alfabetización. En particular, se centró en el estudio del sistema visual dado que se ha visto que es uno de los primeros procesos en verse modificados. Se pretendió conocer si el nivel de conceptualización de la lengua escrita según los supuestos teóricos de la psicogénesis de la escritura influye en el reconocimiento visual de las palabras. Para ello, se trabajó con niños de tercero de preescolar y primeros años de primaria, los cuales fueron divididos en dos grupos, unos con lectura y escritura consolidada con etapa de conceptualización alfabética (grupo experto, GE) y otros que estaban en procesos de alfabetización con niveles de conceptualización presilábico y silábico (grupo principiante, GP). Se utilizó la técnica de Potenciales Relacionados con Eventos (PRE) y se puso especial énfasis en el componente N170, el cual está asociado con procesos de discriminación visual. Los resultados mostraron un proceso de discriminación más especializado para el reconocimiento de palabras por parte del grupo GE en contraste con el GP. Los hallazgos de esta investigación sugieren que los conocimientos que tienen los niños con respecto a la lectura y escritura tienen impactos en el cerebro, a tal grado de que entre más experiencia se tenga con la lengua escrita, mayores recursos cognitivos serán invertidos para el reconocimiento de palabras en comparación con otros estímulos visuales como símbolos o una cadena de letras sin sentido.

Palabras Clave: alfabetización; cerebro; reconocimiento visual de palabras; potenciales relacionados con eventos (PRE); componente N170; infancia; lectura; escritura.

Abstract

Literacy is one of the most recent skills in the history of mankind; its acquisition requires that the human brain modifies neural circuits that were originally intended to perform other functions in order to learn to read and write. The objective of this research was to study the initial stages of brain specialization due to the effects of literacy, focusing particularly on the study of the visual system, since it has been shown that it is one of the first systems to be modified. The aim was to determine whether the level of conceptualization of written language according to the theoretical assumptions of the psychogenesis of writing influences the visual recognition of words. For this purpose, we worked with children in the third year of preschool and first years of elementary school; they were divided into two groups: the ones with consolidated reading and writing skill and on the alphabetic conceptualization stage (expert group, EG) and the ones who were in the process of literacy and on the presyllabic and syllabic conceptualization levels (beginner group, BG). The Event Related Potentials (ERP) technique was used, with special emphasis on the N170 component, which is associated with visual discrimination processes. The results showed differences in the N170 component between both groups during the visual discrimination task. The EG showed greater N170 amplitudes for words compared to symbols and consonant strings, whereas the BG showed differences mainly between words and symbols. Taken together, these findings suggest that the level of written language conceptualization is associated with differences in the visual processing of stimuli related to reading and writing.

Key words: literacy; brain; visual word recognition; event-related potentials (ERP); N170 component; childhood; literacy skills

Agradecimientos

A lo largo de este camino, muchas personas han sido parte fundamental de mi formación y crecimiento. Esta tesis no habría sido posible sin el acompañamiento, el apoyo y la inspiración de quienes han estado presentes en diferentes momentos de mi vida.

A mi madre, por ser siempre un ejemplo de fortaleza, entrega y amor incondicional. Gracias por tu confianza en mí, por tu apoyo en los actos de servicio y por enseñarme, con tu vida, el valor de la constancia y la compasión.

A mis hermanos, por estar cerca incluso en la distancia y por recordarme quién soy más allá del esfuerzo académico. Su cariño ha sido un refugio en los momentos de cansancio.

A mis maestros de la Licenciatura en Psicología y de la Maestría en Aprendizaje de la Lengua y las Matemáticas, quienes con su pasión, conocimiento y compromiso dejaron huella en mi manera de pensar y de ejercer esta profesión. A cada uno, gracias por desafiarme a ir más allá, por sus enseñanzas dentro y fuera del aula y por motivarme a seguir aprendiendo con humildad.

A mis sinodales, por su paciencia, por sus observaciones y por el acompañamiento académico que permitió fortalecer este trabajo.

A mi directora de tesis la Dra. Gloria Avecilla, por su confianza, su orientación y su acompañamiento a lo largo de este proceso. Gracias por alentarme siempre a dar lo mejor de mí y por no haber perdido la fe en mi trabajo incluso en los momentos en que yo mismo llegué a dudar.

A mis amigos, por su presencia constante, por los momentos de distracción, de escucha sincera, acompañamiento y cariño.

A los niños y niñas, a los padres de familia y a las escuelas que participaron en este proyecto, por su disposición y confianza para formar parte de esta investigación.

Finalmente, a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y al Fondo de Proyectos Especiales de Rectoría de la Universidad Autónoma de Querétaro (FOPER), por el apoyo económico brindado para la realización de este trabajo.

Índice general

Contenido

Resumen	3
Abstract	4
Índice de tablas	9
Índice de figuras	9
Introducción	10
Capítulo 1. Alfabetización, cerebro y cognición	13
1.1 Alfabetización y cerebro	13
1.1.1 Evidencias de impacto a nivel estructural	14
1.1.2 Evidencias de impacto a nivel funcional	15
1.1.3 Evidencia de impacto a nivel cognitivo	16
1.2 Aprender a leer y escribir	18
1.3 Sistema Perceptivo Visual	25
1.3.1 Evidencias electrofisiológicas de la discriminación visual en personas alfabetizadas	26
1.3.2 Electroencefalograma (EEG)	27
1.3.3 Potenciales Relacionados con Eventos (PRE)	30
1.3.4 N170 y Alfabetización	33
Capítulo 2. Planteamiento del problema	36
2.1 Hipótesis	37
2.2. Objetivo General	38
2.3. Objetivos Específicos	38
Capítulo 3. Metodología	39
3.1 Enfoque y diseño metodológico	39
3.2. Población	39
3.3 Muestra	39
3.3.1. Criterios para la conformación de grupos	41
3.4 Consideraciones éticas	45
3.5 Procedimientos	46
3.5.1 Diseño de paradigma experimental	47
3.5.2 Presentación de paradigma experimental	48
3.5.3 Pilotaje de paradigma experimental	49

3.5.4 Registro de EEG	49
3.5.5 Obtención de PRE:.....	50
Capítulo 4. Resultados	51
4.1 Análisis de respuestas conductuales de paradigma experimental	51
4.2 Análisis visual de PRE	54
Capítulo 5. Discusión	59
Capítulo 6. Conclusiones	64
Referencias bibliográficas	67
Apéndices.....	76
Apéndice A. Convocatoria Facebook ^{MR}	76
Apéndice B. Carta invitación.....	77
Apéndice C. Cuestionario de desarrollo.....	79
Apéndice D. Pruebas utilizadas del instrumento diagnóstico para niños pre- alfabéticos” (Alvarado, 2020).....	81
Apéndice E. Consentimiento informado.....	85
Apéndice F. Protocolo de seguridad sanitaria	86

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de integrantes del Grupo Principiante por etapa de conceptualización	44
Tabla 2. Características de la muestra final por grupo	45
Tabla 3. Porcentajes de respuestas correctas	52
Tabla 4. Porcentajes de respuestas incorrectas	52
Tabla 5. Resumen de las diferencias significativas entre las condiciones experimentales para los componentes N170 y P300.	59

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplos de escritura presilábica.....	20
Figura 2. Ejemplo de escritura silábica sin valor sonoro convencional.	21
Figura 3. Ejemplos de escrituras silábico con valor sonoro convencional	21
Figura 4. Ejemplo de escritura silábico-alfabética.	22
Figura 5. Ejemplo de escrituras alfabéticas.	23
Figura 6. Puntos de referencia a) Nasion e Inion. b) preauricular	28
Figura 7. Sistema Internacional 10-20	29
Figura 8. Ejemplo de presentación y obtención de PRE	31
Figura 9. Ejemplo de secuencia de paradigma experimental	49
Figura 10. Gran promedio de los PRE de N170 de los niños del grupo principiante	55
Figura 11. Gran promedio de los PRE de N170 de los niños del grupo experto....	55
Figura 12. Gran promedio de los PRE de P300 de los niños del grupo principiante.	56
Figura 13. Gran promedio de los PRE de P300 de los niños del grupo experto....	57

Introducción

La historia de la humanidad reconoce la alfabetización como uno de los inventos culturales más trascendentales (Martin-Loeches, 2017). Su aparición no solo revolucionó prácticas sociales fundamentales como la economía, la administración, la política y el arte (Bazerman, 2008; Idarraga, 2003), sino que también transformó profundamente la capacidad cognitiva de los seres humanos (Ong & Hartley, 2012).

La alfabetización permitió al ser humano describir elementos físicos, ideas, pensamientos y sentimientos característicos de un medio interiorizado (Goody & Watt, 1963). Asimismo, ayudó a que el hombre rompiera la barrera espaciotemporal de vivir en el presente inmediato; le otorgó la oportunidad de guardar el pasado y de imaginarse el futuro (Alcaraz-Romero, 2015). Dicho registro escrito permitió que la información fuera almacenada y consultada en cualquier momento (Entenza, 2008); liberó a la memoria humana de tener que conservar grandes cantidades de datos (Tusón, 1996); favoreció a la apropiación de conocimientos culturales y, con ello, facultó a que generaciones más jóvenes mejoraran los saberes de las generaciones pasadas (Delval, 1990; Gaur, 1990).

El impacto de la alfabetización en la cultura ha motivado que disciplinas como la psicolingüística, la antropología, la sociología y la lingüística se interesen por describir su funcionamiento y efectos (Wagner, 1993). En este panorama interdisciplinario, dos perspectivas han resultado especialmente relevantes. Por un lado, las ciencias del cerebro han analizado los cambios estructurales y funcionales que surgen con el aprendizaje de la lectura y la escritura. Por otro, el enfoque pedagógico, especialmente a través de la psicogénesis de la escritura (Ferreiro & Teberosky, 1979), ha descrito cómo los niños construyen conocimiento escrito a partir de sus propias hipótesis y formas de representación.

Desde las neurociencias cognitivas, investigaciones recientes han demostrado que la alfabetización reorganiza circuitos neuronales que originalmente estaban destinados a otras funciones (Dehaene, 2015; Huettig et al., 2018). A través de técnicas de neuroimagen y neurofisiología, se ha demostrado que las personas alfabetizadas y no alfabetizadas presentan diferencias estructurales, funcionales y cognitivas (Ardila et al., 2010; Brem et al., 2010; Castro-Caldas, 2004; Dehaene et al., 2015; Ostrosky-Solís & García, 2003).

Uno de los primeros sistemas en especializarse por efecto de la alfabetización es el sistema perceptivo visual (Brem et al., 2010; Dehaene et al., 2015). Este sistema, originalmente diseñado para reconocer objetos y rostros, se reorganiza para desarrollar un circuito especializado en el reconocimiento visual de palabras (Seghier et al., 2014).

La especialización del sistema perceptivo visual se considera un prerrequisito fundamental para el aprendizaje de la lectura y escritura, debido a que favorece un procesamiento cada vez más eficiente y especializado de los estímulos escritos, facilitando procesos como el acceso al significado de las palabras y la comprensión de discursos escritos (Cuetos y Domínguez, 2012; Melzy y Ely, 2012).

De forma paralela, el enfoque psicogenético propuesto por Ferreiro y Teberosky (1979) ha mostrado que aprender a leer y escribir no consiste únicamente en adquirir un código gráfico, sino también en construir una teoría personal sobre su funcionamiento a partir de la interacción con el entorno, los textos y las prácticas sociales del lenguaje. Este modelo ha permitido comprender cómo los niños identifican regularidades, establecen correspondencias y atribuyen significado a las representaciones gráficas incluso antes de saber leer y escribir de una forma convencional.

Aunque ambas perspectivas han generado aportaciones significativas, aún falta comprender cómo pueden dialogar entre sí para explicar los procesos iniciales de la alfabetización. Por ello, este estudio tuvo como propósito comprender los primeros momentos de la alfabetización y establecer una conexión entre la postura pedagógica, particularmente la psicogénesis de la escritura, y la mirada de las neurociencias cognitivas. Se puso un especial interés en los procesos iniciales de especialización del reconocimiento visual implicados en la lectura y la escritura, ya que se ha visto que este sistema es uno de los primeros en modificarse con el aprendizaje de estas habilidades (Dehaene et al., 2010; Dehaene y Cohen, 2011). De manera específica, se buscó analizar la relación entre el nivel de conceptualización de la lengua escrita y los procesos de discriminación visual de palabras a nivel cerebral en niños en proceso de alfabetización. Para ello, se examinó el componente N170 mediante potenciales relacionados con eventos (PRE), debido a que este componente se ha asociado con los procesos iniciales de reconocimiento visual de palabras y constituye uno de los primeros indicadores de especialización visual relacionados con la lectura y la escritura (Maurer et al., 2005; Brem et al., 2010).

Este trabajo está organizado en seis capítulos: en el primero se presentan los antecedentes y fundamentos teóricos sobre el impacto de la alfabetización en la cultura humana, el cerebro y la cognición. El segundo capítulo expone el planteamiento del problema, las preguntas de investigación, las hipótesis y los objetivos que guiaron este estudio. El tercer capítulo describe las decisiones metodológicas adoptadas, incluyendo el enfoque y diseño de la investigación, las características de la muestra, el paradigma experimental y la técnica utilizada para examinar a nivel cerebral el reconocimiento visual de palabras. El cuarto capítulo presenta los resultados conductuales y estadísticos derivados del análisis de los datos. En el quinto capítulo se discuten los hallazgos obtenidos y su relación con la literatura previa. Finalmente, en el sexto capítulo se ofrecen las reflexiones y conclusiones generales del estudio.

Capítulo 1. Alfabetización, cerebro y cognición

1.1 Alfabetización y cerebro

La alfabetización es una habilidad de reciente adquisición en la historia de la humanidad que, hoy en día, todavía no está presente en toda la población mundial. Esta reciente aparición hace que aún no sea posible encontrarla en el genoma humano contrariamente a otras habilidades cognitivas como el lenguaje oral, cuyo origen es más antiguo y se remonta a aproximadamente a unos cien mil años (Cuetos y Domínguez, 2012; Martín-Loeches 2017).

Investigaciones en el campo de la genética humana han encontrado un gen asociado al lenguaje oral denominado FOXP2 (Berko y Berstein, 2010). Se ha visto que este gen tiene un papel importante en el desarrollo de sistemas neuronales del cerebro humano, muchos de los cuales están lateralizados hacia el hemisferio izquierdo (véase Fajardo-Uribe, 2008; González y Hornauer-Hughes, 2014), y que posibilitan el lenguaje y el habla (López, et al., 2011). La presencia del FOXP2 es considerada una de las razones por las cuales, la mayoría de los niños sin alteraciones a nivel cerebral, desarrollan complejas habilidades para el lenguaje oral sin esfuerzo aparente (Gacto et al., 2006), en contraste con el aprendizaje de la lectura y la escritura que requieren de una enseñanza directa, un mayor tiempo para consolidarse e, incluso, una mayor cantidad de recursos cognitivos para aprenderse (Dehaene, 2015).

Hoy se sabe que los procesos de lectura y escritura, a diferencia del lenguaje oral, aún no tienen estructuras cerebrales innatas y propias para su procesamiento, sino que, por el contrario, se ha demostrado que para aprender a leer y escribir el cerebro humano debe reutilizar, coordinar circuitos neuronales y habilidades cognitivas preexistentes (visuales, lingüísticas, motoras, etc.) que originalmente

estaban destinadas a realizar otras funciones (p. ejem. hablar o reconocer objetos o rostro) (Huettiga et al. 2018).

Mediante técnicas experimentales y estudios anatomoclínicos con distintos grupos poblacionales tanto en parámetros típicos como patológicos, se han encontrado evidencias de cómo la alfabetización modifica al cerebro a nivel anatómico, funcional cerebral y funcional psicológico (Brem et al., 2010; Caffarra et al., 2017; Dehaene et al., 2010; Maurer et al., 2006; Ostrosky-Solís, et al., 2003; Ostrosky-Solís, 2004). A continuación, se muestran algunas investigaciones que dan cuenta de estos cambios:

1.1.1 Evidencias de impacto a nivel anatómico

Algunos estudios que han mostrado la existencia de diferencias a nivel estructural por efectos de la alfabetización han sido aquellos que han comparado a adultos alfabetizados y no alfabetizados. Investigaciones de este rubro han podido mostrar que la densidad neuronal para las personas que saben leer y escribir es diferente en comparación con la de aquellas que no pueden hacerlo (Carreiras et al., 2009; Castro-Caldas, 2004; Cuetos y Domínguez, 2012; Petersson et al., 2007).

A través de técnicas de neuroimagen y morfometría cerebral, se ha observado una mayor cantidad de materia blanca en regiones posteriores del cuerpo calloso en personas alfabetizadas, mientras que en personas no alfabetizadas estas estructuras suelen ser más delgadas (Castro-Caldas, 2004). También se ha encontrado una mayor cantidad de materia gris en regiones posteriores del hemisferio izquierdo para el caso de adultos alfabetizados en contraste con no alfabetizados (Cuetos y Domínguez, 2012). Las diferencias anatómicas cerebrales pueden observarse aun cuando las personas se alfabetizan de forma tardía. En un estudio realizado por Carreiras et al. (2009), se comparó a un grupo de personas que aprendieron a leer y a escribir a los veinte años con un

grupo de adultos no alfabetizados. Los autores de este estudio encontraron que la anatomía cerebral de las personas alfabetizadas tardíamente era distinta de la de aquellas que no sabían leer ni escribir. Las diferencias se mostraron principalmente en cinco regiones cerebrales: la parte dorsal del lóbulo occipital (relacionado con el procesamiento visual de las palabras), las circunvoluciones supramarginales y regiones temporales posteriores del hemisferio izquierdo (relacionadas con el procesamiento fonológico), y las circunvoluciones angulares y temporal medial posterior (relacionadas con el procesamiento semántico).

Otras evidencias del impacto de la alfabetización a nivel estructural son aquellas que han comparado poblaciones con y sin dificultades lectoras. En estudios de resonancia magnética se ha observado que los cerebros de grupos poblacionales con dificultades lectoras (disléxicos) presentan una menor cantidad de materia gris en regiones perisilvianas del hemisferio izquierdo (asociadas al lenguaje escrito), en partes dorsales del lóbulo occipital y en regiones parietales y temporales del hemisferio izquierdo, particularmente en las circunvoluciones supramarginales y mediales, en contraste con poblaciones sin este tipo de alteración (Krafnick et al., 2014).

1.1.2 Evidencias de impacto a nivel funcional cerebral

A nivel funcional, es decir, en cuanto al procesamiento cerebral de la información, también se han encontrado diferencias entre personas alfabetizadas y no alfabetizadas. Se ha demostrado que las personas alfabetizadas son capaces de memorizar una mayor cantidad de información verbal en comparación con las no alfabetizadas (Ostrosky-Solís et al., 2003). Asimismo, se ha observado una mayor participación del hemisferio izquierdo en funciones lingüísticas en personas alfabetizadas, mientras que en personas no alfabetizadas el procesamiento verbal presenta una lateralización menos marcada hacia dicho hemisferio (Olabarrieta, Rivera, Morlett y Arango, 2019).

Investigaciones con pacientes con alteraciones del lenguaje, particularmente afasias, han encontrado que los síntomas característicos de estas condiciones suelen ser menos severos en personas analfabetas en comparación con personas alfabetizadas. En este sentido, Lecours et al. (1988) observaron una mayor incidencia de dificultades lingüísticas asociadas a lesiones del hemisferio derecho en personas no alfabetizadas en contraste con personas alfabetizadas. Estos hallazgos iniciales contribuyeron al estudio de la relación entre alfabetización y organización funcional del lenguaje, temática que posteriormente continuó explorándose mediante técnicas de neuroimagen funcional.

Otras evidencias de cambios a nivel funcional por efectos de la alfabetización han sido las mostradas por las técnicas de resonancia magnética funcional. Mediante esta tecnología se ha podido observar una mayor participación del lóbulo occipital (asociado a procesamiento visual) al momento de ver información escrita. En estudios de este ramo se ha visto que las personas alfabetizadas invierten más recursos cognitivos para el reconocimiento de palabras en contraste a otros estímulos como imágenes de casas o rostros. En cambio, las personas no alfabetizadas no muestran este mismo patrón de procesamiento ante palabras escritas, llegando incluso a destinar más recursos al procesamiento de otros estímulos visuales como casas o rostros (Brem et al., 2010; Dehaene et al., 2010).

1.1.3 Evidencia de impacto a nivel funcional psicológico

A nivel cognitivo también se han observado diferencias entre personas alfabetizadas y no alfabetizadas (Ardila et al 1989; Ardila et al., 2010; Ostrosky-Solís et al., 2010; Rosselli 1993;). Mediante estudios de perfiles neuropsicológicos de estos grupos se han observado diferencias en distintos procesos psicológicos como memoria, lenguaje y discurso, fluidez verbal, habilidades visoperceptuales y

espaciales. En el caso de memoria, se han encontrado diferencias en tareas que involucran memoria de tipo verbal. En ejercicios de memorización de palabras, se ha visto que las personas alfabetizadas memorizan una mayor cantidad de palabras en comparación con las no alfabetizadas, quienes además de memorizar menos palabras, requieren de mayor tiempo de exposición a los estímulos para aprenderlas (Ardila et al., 2000).

En las funciones cognitivas de lenguaje, se ha analizado cómo el discurso de las personas analfabetas es menos fluido y tiene una estructura gramatical más simple en comparación con las de las personas alfabetizadas (Bernstein, 1974). Se ha visto además que el lenguaje de las personas analfabetas está más ligado al contexto de lo inmediato y suele carecer de representación simbólica (Bruner et al., 1966). Igualmente, se han encontrado diferencias en tareas que implican enunciar la mayor cantidad de palabras posibles que inicien con un determinado fonema o letra en un límite de tiempo (fluidez verbal). Se ha observado que las personas alfabetizadas obtienen mejores puntajes de desempeño que las no alfabetizadas en este tipo de actividades. Esto es principalmente porque en estas tareas se requiere de habilidades de conciencia fonológica, las cuales se ha demostrado que se desarrollan por el aprendizaje de la lectura y escritura (Ardila et al., 2000; Rosselli et al., 1990). Finalmente, con respecto a las habilidades visoperceptuales y espaciales, se han reportado diferencias de desempeño al momento de realizar tareas como copiar figuras sin sentido, decir la hora, reconocer figuras superpuestas, reconocer el mapa nacional y dibujar el plano de una habitación. En este tipo de tareas las personas alfabetizadas suelen mostrar un mejor rendimiento en contraste con aquellas que no lo están (Ardila et al., 1989).

En resumen, las investigaciones revisadas muestran que la alfabetización impacta en la estructura anatómica, el funcionamiento cerebral y distintos procesos cognitivos evaluados mediante tareas neuropsicológicas. Aprender a leer y escribir no solo transforma diversos circuitos neuronales, sino también la manera en que la

información escrita es procesada, poniendo en evidencia la plasticidad cerebral y el papel que tienen el entorno y la cultura en este proceso. Estos cambios no surgen de forma inmediata; conforme el aprendiz se aproxima al sistema escrito y construye sus primeras interpretaciones sobre él, las redes visuales, lingüísticas y fonológicas comienzan a reorganizarse de manera gradual.

1.2 Aprender a leer y escribir

Una característica del ser humano es su capacidad para aprender a lo largo de toda su vida (Delval, 1994) y que es el cerebro el órgano que se encarga de que este proceso se lleve a cabo (Fontiñán, 2020). La escuela ha ocupado un gran lugar dentro de la cultura humana, pues es uno de los principales recintos donde se consolida una gran parte de los aprendizajes, entre los que destacan la lectura y la escritura (Castedo, 2015; Kaufman y Lerner, 2015). La gran mayoría de los sistemas educativos en el mundo considera leer y escribir como dos de las habilidades más importantes a enseñarse en la escuela pues son las que permiten la adquisición de otros conocimientos más específicos (Quijano et al., 2017).

Hasta hace unas décadas la alfabetización y sus efectos solían comprenderse principalmente desde posturas pedagógicas que analizaban cómo los niños se aproximaban al sistema escrito. Entre estas aportaciones destaca la psicogénesis de la escritura. La psicogénesis de la escritura es una postura que surge de los trabajos desarrollados por Ferreiro y Teberosky (2005) inspiradas por la corriente teórica de Jean Piaget. Las investigadoras de esta materia fueron unas de las primeras en proponer un supuesto acerca de cómo los niños desarrollan el conocimiento sobre el sistema de escritura. Los principales aportes y hallazgos de esta perspectiva epistémica son: reconocer que los niños tienen exposición con lo escrito mucho antes de iniciar el ingreso a la escuela (Vernon & Ferreiro, 1999); el descubrimiento de que los niños escriben de formas similares con errores particulares en determinados momentos (Vernon, 2016), y que existe un proceso

evolutivo de adquisición de lengua escrita el cual tiene lugar incluso antes de aprender a leer y escribir de manera convencional que puede ser dividido en etapas de desarrollo (Ferreiro y Teberosky, 2005).

Las etapas de desarrollo de la escritura, también conocidas como etapas de conceptualización de la lengua escrita (Ferreiro, 2011), evidencian las reflexiones que los niños hacen sobre el sistema de escritura. Estas reflexiones implican que los niños reconozcan que las letras “dicen algo”, que se usan en un momento y de una forma, y que a cada una de ellas les corresponden ciertos sonidos. Así mismo, conllevan que los aprendices desde muy temprana edad identifican que las letras están sujetas a marcas gráficas y se ven influenciadas por signos de puntuación (Dueñas, 2017).

Ferreiro (2011) reconoce que existen tres etapas o niveles de conceptualización del lenguaje escrito por los que todos los niños con sistema de escritura alfabética pasan. Estos se detallan a continuación:

Nivel presilábico: es considerado el primer nivel de conceptualización de la lengua escrita; en este nivel, los niños construyen un criterio que les permite hacer una distinción entre la escritura y otras representaciones gráficas como los dibujos (Vernon 1993, 2016). De acuerdo con Vernon (1993), esta primera distinción entre palabras y dibujos permite que el niño reconozca que las formas de las letras son arbitrarias y que están ordenadas de manera lineal.

En esta etapa se construye el criterio de variabilidad y el de cantidad mínima (Vernon, 1993, 2016). El criterio de variabilidad consiste en diferenciar una cadena de letras de otras para “decir algo diferente” o evitar repeticiones en posiciones contiguas (Vernon, 1993, 2016). El criterio de cantidad mínima consiste en emplear al menos tres letras para construir una palabra, esto como parte de una creencia de

los niños en la que asumen que una palabra con dos o menos letras carece de representación significativa (Vernon, 1993).

En este nivel es importante señalar que las escrituras de los niños no tienen una correspondencia grafema – fonema. Al inicio los niños producirán escrituras con pseudolettras o “garabatos” pero conforme vayan teniendo acercamiento con el sistema de lectoescritura empezarán a utilizar las letras convencionales del alfabeto (García-Aldeco y Uribe, 2020), tal y como se muestra en la Figura 1.

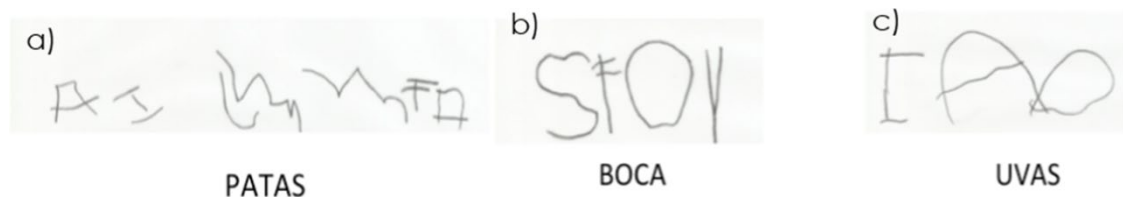


Figura 1. Ejemplos de escritura presilábica. **a)** escritura con orden lineal y pseudolettras, se aprecia ausencia de criterio de cantidad mínima. **b-c)** escritura con criterios de variabilidad y cantidad mínima consolidados, empleo de letras convencionales. Ninguno de los ejemplos representa una escritura convencional. Imágenes tomadas de Dueñas (2017).

Nivel silábico: Este nivel inicia con la fonetización de la escritura, momento en el que el niño comienza a relacionar la escritura con los sonidos del habla, aspecto que no se encontraba presente en el nivel anterior (Ferreiro y Teberosky, 2005; Vernon, 1993). Los niños de esta etapa comienzan a construir la hipótesis silábica, en la cual consideran que cada sílaba de la palabra debe representarse mediante una letra o marca escrita (Dueñas, 2017). Cabe destacar que, aunque comienzan a utilizar las sílabas como apoyo para escribir palabras, sus producciones continúan siendo no convencionales.

De acuerdo con García-Aldeco y Uribe, (2020) en el nivel silábico se transita por dos subetapas, una sin valor sonoro convencional y otra con valor sonoro convencional, en ambas se sigue el criterio de hipótesis silábica.

La subetapa silábica sin valor sonoro convencional es un momento en el que los niños presentan escrituras en las que emplean cualquier letra para representar una sílaba sin correspondencia grafema-fonema (Vernon, 1993). Un ejemplo de esta producción se muestra en la figura 2



Figura 2. Ejemplo de escritura silábica sin valor sonoro convencional de la palabra mariposa, se aprecia que el escritor empleó cuatro letras aleatorias en correspondencia al número de sílabas de esta palabra. Imagen tomada de García-Aldeco y Uribe, (2020).

La subetapa silábica con valor sonoro convencional, por otro lado, inicia con la reflexión de los niños acerca de qué letras son las mejores para representar la sílaba (Vernon, 1993). En este momento, las producciones escritas también presentarán el uso de letras para representar una sílaba con la diferencia de que éstas ya no serán elegidas al azar, sino por el contrario, serán seleccionadas con base a unidades de sonido similares, tal y como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Ejemplos de escrituras silábicas con valor sonoro convencional. Se aprecia que todas escrituras presentan el uso de letras en correspondencia a la cantidad de sílabas de las palabras. El uso de las letras ya no es aleatorio, sino que tiene concordancia con las unidades de sonido de la palabra. Imagen tomada de Kaufman, Castedo, Teruggi y Molinari, (1989).

Nivel alfabético: En este nivel, la mayoría de los niños realizan producciones en las que representan casi todos los fonemas de las palabras. Los niños que llegan a esta etapa de conceptualización por lo general pasan por una subetapa de transición previa la cual se le conoce como silábico-alfabética (Gómez-Palacios, 1992). La transición silábico-alfabética se da cuando los niños están abandonando su hipótesis silábica –una letra para representar cada sílaba (véase figura 4)–, y poco a poco empiezan a añadir otras letras para cada segmento silábico (García-Aldeco y Uribe, 2020) hasta llegar a la escritura convencional y alfabética (véase Figura 5).

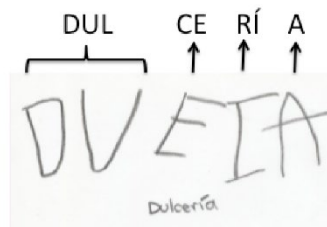


Figura 4. Ejemplo de escritura silábico-alfabética. Representa un periodo de transición entre el nivel silábico y el alfabético. Se observa que se empieza a incluir más letras en la palabra. Imagen tomada de Dueñas, (2017).

Las producciones de los niños tanto en el momento silábico-alfabético, como en el alfabético serán en su mayoría entendibles, aunque en algunas ocasiones podrán ser sujetas de omisiones en particular cuando se trate de palabras con combinaciones consonánticas poco habituales y en los dígrafos (Dueñas, 2017).

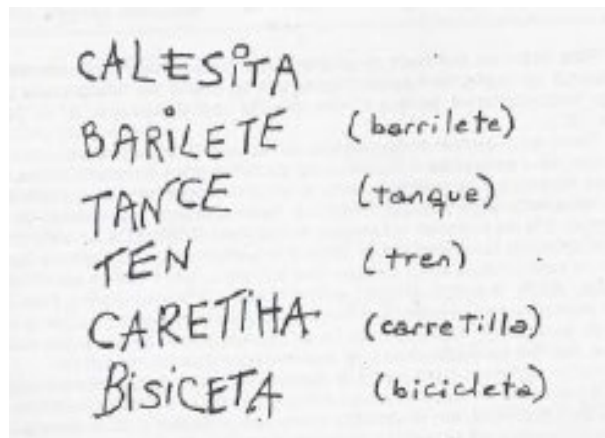


Figura 5. Ejemplo de escrituras alfabéticas. Se aprecia una producción con correspondencia grafema-fonema, uso de letras convencionales. Las palabras presentan omisiones y se observa dificultades en la escritura de palabras consonánticas complejas como “QU” de tranque y dígrafos como “LL” de carretilla. Imagen tomada de Kaufman, Castedo Teruggi y Molinari, (1989).

Las etapas de conceptualización no solo se reflejan en cómo los niños escriben, sino también en cómo distinguen y reconocen las palabras cuando las observan. Se ha visto que, aun cuando los niños no son capaces de leer y escribir de forma convencional, sí pueden mostrar habilidades suficientes para identificar algunas palabras.

Fernández y Alvarado (2015) analizaron si existe relación entre el nivel de conceptualización de la lengua escrita de los niños y el reconocimiento de palabras; para contestar su pregunta trabajaron con noventa niños preescolares, los cuales fueron clasificados en tres grupos de acuerdo con su etapa de conceptualización: 30 silábico-alfabéticos, 30 silábicos con valor sonoro convencional y 30 silábicos sin valor sonoro convencional. Ninguno de los niños poseía habilidades de lectura y escritura convencionales. A todos los participantes de este estudio se les aplicó una tarea de reconocimiento de palabras escritas, la cual consistía en presentarles en una tableta electrónica una tríada de palabras. El objetivo de esta tarea era que los niños escucharan una palabra para que posteriormente seleccionaran, dentro de las tres posibilidades dadas, cuál era la representación gráfica correspondiente a la

palabra escuchada. Se realizó un total de 12 ensayos y, en cada caso, se les presentó una palabra escrita denominada “meta” y otras dos que actuaban como distractores. Las palabras que acompañaban a la “meta” (p. ej. BAÑO) fueron organizadas con base en propiedades fonológicas, de tal manera que una presentaba rasgos fonológicos cercanos a la palabra escuchada (p. ej. PAÑO) y la otra no (p. ej. CAÑO). Todas las palabras de esta tarea fueron bisilábicas con estructura CVCV (consonante-vocal-consonante-vocal). Dentro de los hallazgos de esta investigación se encontró que el nivel de conceptualización de la lengua escrita de los niños tuvo una relación significativa con el reconocimiento de palabras, de tal manera que los niños con niveles de escritura menos avanzados reconocieron una menor cantidad de palabras “meta” en comparación a quienes presentaban escrituras más avanzadas.

En resumen, las aproximaciones pedagógicas, como la psicogénesis de la escritura, han constituido una de las principales vías para comprender cómo los niños construyen hipótesis sobre el funcionamiento del sistema escrito. Esta postura reconoce que, incluso antes de leer y escribir de manera convencional, los niños ya elaboran ideas acerca de las letras, las sílabas y las palabras, y que cada una de esas hipótesis implica un modo particular de interpretar y atribuir significado a lo que ven. Las investigaciones sobre el reconocimiento de palabras muestran que, en algunos casos, estas hipótesis tempranas son suficientes para que los niños identifiquen determinadas palabras, aun sin dominar la lectura, a tal grado que el nivel de conceptualización de la lengua escrita que poseen puede facilitar su capacidad para distinguir las palabras.

Aunque estos hallazgos permiten comprender cómo los niños construyen el conocimiento escrito, aún no explican qué ocurre en el cerebro mientras ese proceso se hace posible. Es gracias al desarrollo de las neurociencias cognitivas que hoy se sabe que aprender a leer y escribir no solo impacta en las hipótesis infantiles sobre letras, sílabas y palabras, sino que también reorganiza los sistemas

cerebrales encargados de percibirlos. Dado que uno de los primeros sistemas en modificarse con la alfabetización es el sistema visual (Dehaene, 2015), es necesario detenerse en él para comprender los momentos iniciales de esta reorganización.

1.3 Sistema Perceptivo Visual

La percepción visual ha sido definida como un proceso que involucra dos tipos de funciones: la función sensorial, también llamada visual-receptiva, y la función mental, conocida como visual-cognitiva (Schneck, 2010). Estas funciones interactúan de manera conjunta para permitir que los individuos perciban y comprendan el entorno visual.

La función visual-receptiva se refiere al primer nivel de procesamiento visual, en el cual se extrae y organiza la información del entorno. Este proceso depende en gran medida de los órganos sensoriales, entre los que se encuentran los ojos, que actúan como receptores de estímulos visuales. Los ojos son los órganos encargados de capturar detalles como la forma, el color, el movimiento y la ubicación espacial de los objetos, enviando esta información al cerebro a través del nervio óptico para un procesamiento inicial (Merchán & Henao, 2011). Este proceso es fundamental para la percepción básica, pues establece la base sobre la cual se construye una comprensión más compleja de los estímulos visuales.

Por otro lado, la función visual-cognitiva es aquella que se encarga de estructurar e interpretar los estímulos visuales. Es en esta etapa donde el cerebro interpreta la información de tipo visual. En este proceso influyen funciones cognitivas, como la memoria, la atención y el reconocimiento de patrones (Schneck, 2010; Merchán & Henao, 2011).

Desde una perspectiva de las neurociencias cognitivas, estas operaciones no se realizan de manera uniforme en todo el cerebro, sino que descansan en la interacción de las dos grandes vías del sistema visual (Rosselli, 2015):

- la vía ventral occipito-temporal, especializada en responder a la pregunta “¿qué es esto?”, responsable del reconocimiento de objetos, caras, letras y palabras;
- y la vía dorsal occipito-parietal, orientada a procesar el “¿dónde está?” y a integrar la información visoespacial necesaria para la acción.

La función visual-cognitiva tampoco opera de manera aislada. Su eficiencia depende del control ejecutivo ejercido por los lóbulos frontales y de los sistemas de memoria del lóbulo temporal medial, que permiten seleccionar la información relevante, mantenerla activa el tiempo suficiente y vincularla con experiencias previas para guiar la conducta. Gracias a esta articulación funcional, el cerebro no solo percibe, sino que interpreta, anticipa y toma decisiones a partir de lo que ve (Schneck, 2010; Merchán & Henao, 2011).

En el contexto de la lectura y la escritura, la función visual-cognitiva adquiere un papel central; así, por ejemplo, es gracias a esta función que se permite el reconocimiento de letras y palabras y la comprensión del texto escrito (Schneck, 2010). Este proceso de aprendizaje no es automático, sino que, con el tiempo, se vuelve cada vez más especializado ocasionando un impacto significativo en la organización funcional y arquitectónica del cerebro (Dehaene, 2009)

1.3.1 Evidencias electrofisiológicas de la discriminación visual en personas alfabetizadas

Mediante el uso de técnicas electrofisiológicas, como el electroencefalograma (EEG) y los potenciales relacionados con eventos (PRE), se ha investigado cómo el

cerebro de las personas alfabetizadas procesa y discrimina estímulos visuales. Estas técnicas han permitido identificar patrones específicos de actividad cerebral.

A continuación, se explican en detalle las técnicas utilizadas.

1.3.2 Electroencefalograma (EEG)

El EEG se define como una técnica electrofisiológica no invasiva que permite el registro gráfico de la actividad eléctrica cerebral, en particular, obtiene información de la actividad postsináptica sincronizada de conjuntos de células piramidales corticales (Marosi, 2011). En el campo clínico y de investigación, el EEG es una de las técnicas más utilizadas para el estudio del cerebro, ya que su empleo permite indagar sobre los procesos neuronales subyacentes de conductas, estados fisiológicos y condiciones neurológicas como la vigilia, el sueño y la epilepsia (Barrios y Guardiola, 2006).

Para obtener un EEG normalmente se colocan electrodos sobre el cuero cabelludo. Esta colocación no es aleatoria, sino que los electrodos se sitúan con respecto a puntos de referencia que se pueden encontrar en la cabeza: *inion*, *nasion* y puntos preauriculares izquierdo y derecho (véase Figura 6). Posterior a la ubicación de las referencias, se procede a dividir la distancia entre estos puntos en partes equidistantes del 10% o 20% según el Sistema Internacional 10-20 (véase Figura 7). Este sistema permite que los electrodos estén ubicados en la misma región independientemente de las distintas formas y tamaños de las cabezas (Chatrian et al. 1985; Trans Cranial Technologies, 2012).

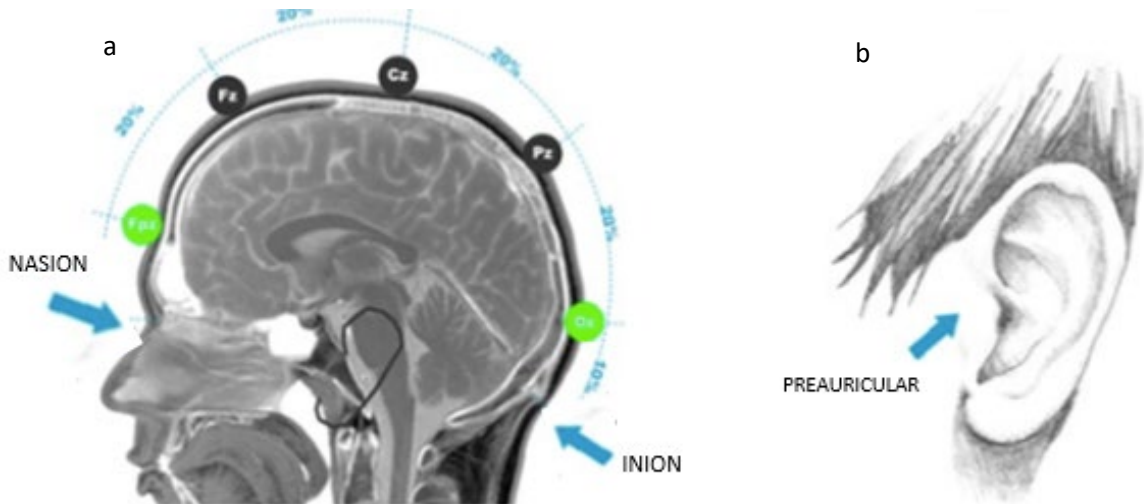


Figura 6. Puntos de referencia **a)** Nasion e Inion. **b)** preauricular. Imágenes tomadas de Trans Cranial Technologies (2012).

Para identificar los electrodos unos con otros, estos se etiquetan con número y letra (véase Figura 7). La letra representa la región en la que está el electrodo (p. ej. Fp: frontopolar, F: frontal, C: central, P: parietal, O: occipital) y de manera particular, la zona aproximada del cerebro que se registra. Los números, en cambio, se usan para saber de qué lado está el electrodo, los de número par corresponden a los del lado derecho mientras que los impares a los del lado izquierdo (véase Figura 7). Un caso especial de etiqueta son los electrodos que están a la mitad de la cabeza. Estos, a diferencia de la mayoría, tienen una “z” en vez de número (p. ejem. Cz) y representan los electrodos que están ubicados en la línea central (Maurer & Mccandliss, 2008).

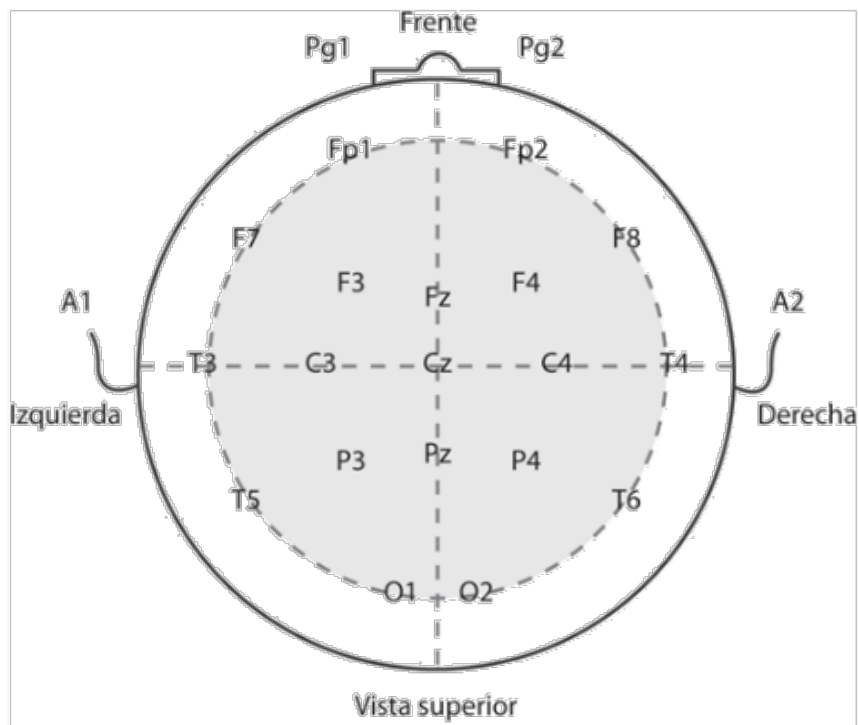


Figura 7. Sistema Internacional 10-20. A manera de ejemplo, el electrodo O1 sería aquél que está en la región occipital de la parte izquierda de la cabeza. Imagen tomada de Fernández (2015).

La unidad de medida en el EEG es el microvoltio (μV). Dado que esta actividad es muy pequeña requiere de un equipo especializado como un amplificador de señales para que pueda registrarse la actividad eléctrica cerebral en un intervalo corto de tiempo medido en milisegundos (ms) (Marosi, 2008).

Dentro las principales ventajas del EEG se encuentra que es una técnica no invasiva, es decir que no causa daño, de bajo costo y con una alta resolución temporal, lo que permite el estudio casi inmediato de los fenómenos asociados a procesos cerebrales (Luck, 2005). En neurociencias, neuropsicología y neurolingüística, el EEG ha sido ampliamente utilizado para el estudio de procesos de lenguaje y lectura en conjunto con los Potenciales Relacionados con Eventos (Durand-Rivera et al., 2004; Rodríguez et al., 2011).

1.3.3 Potenciales Relacionados con Eventos (PRE)

Los PRE, se han definido como una manifestación de la actividad eléctrica cerebral a consecuencia de una estimulación sensorial (visual, táctil, auditiva), perceptiva, motora y/o cognitiva (Beres, 2017; Durand-Rivera et al., 2004; Rodríguez et al., 2011).

Comúnmente, los PRE son obtenidos de la grabación continua de un registro de EEG. En dicho registro, el investigador previamente habrá puesto, en un tiempo específico, una serie de estímulos a un participante o paciente de una forma repetida y controlada (véase Figura 8). Cada momento de estimulación es conocido como segmento o ventana (Beres, 2017). Para obtener los PRE, es necesario tener una gran cantidad de ventanas para posteriormente realizar un promedio de ellas ya que este procedimiento permite reducir el ruido eléctrico y observar con mayor claridad la actividad cerebral asociada al estímulo presentado; normalmente este proceso se realiza sin la presencia del participante (edición fuera de línea) posterior al registro de EEG (Kappenman & Luck, 2012). En el apartado D de la Figura 8 se puede observar un ejemplo de PRE en respuesta a estímulos visuales. En esta imagen se observa que los PRE están representados en un plano cartesiano: en el eje “x” se muestra el tiempo en milisegundos (ms) y en el eje “y” la amplitud en microvoltios (μV). Las oscilaciones o fluctuaciones de voltaje hacia arriba (crestas) y abajo (valles) son conocidas con el nombre de componentes (Coles & Rugg, 1995; Rodríguez et al., 2011). Un PRE puede tener más de un componente.

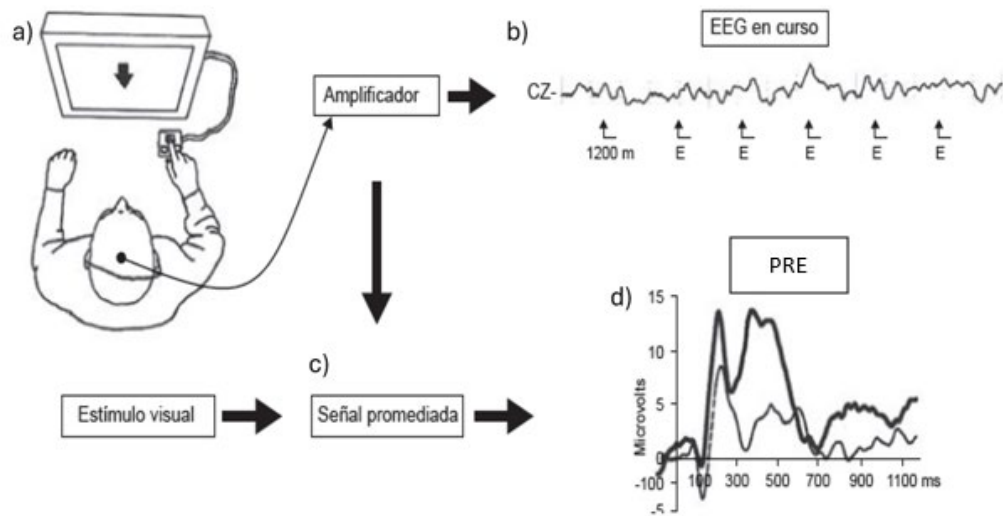


Figura 8. Ejemplo de presentación y obtención de PRE. A.- presentación de estímulo visual. B.- registro de EEG, la letra E hace alusión a los momentos en el que se le presenta el estímulo al sujeto o participante (ventanas), nótese que son repetidos y aparecen en un periodo temporal específico. C.- promedio de ventanas de estímulos realizados fuera de línea y D.- visualización de PRE. (Imagen tomada y adaptada de Rodríguez, Prieto y Bernal, 2008)

Los componentes son un reflejo específico de la actividad eléctrica cerebral asociada al procesamiento del estímulo. Esto resulta útil al momento de estudiar los procesos cognitivos subyacentes en tiempo real, de ciertos eventos como la comprensión y la producción del lenguaje, memoria, atención, lectura, entre otros (Marosi, 2008; Beres 2017). Los componentes se nombran y se distinguen los unos con los otros por su polaridad (positivos o negativos); por sus cambios en las oscilaciones de voltaje (amplitud), las cuales reflejan variaciones en la actividad neuronal evocada por el estímulo; su tiempo de aparición (latencia), que indica el momento en el que ocurre dicho procesamiento posterior a la presentación del estímulo; su distribución topográfica y la manipulación o el estímulo que los evoca, es decir, el porqué de la aparición de ese componente (Beres, 2017).

Los componentes pueden clasificarse en exógenos y endógenos (Luck, 2005). Los exógenos, también llamados componentes tempranos, son aquellos que tienen una latencia corta. Aparecen antes de los 100 ms y su aparición depende de las características físicas del estímulo. En cambio, los endógenos, conocidos

también como componentes tardíos, son de latencia larga, suelen aparecer después de los 100 ms. Estos componentes son altamente sensibles a cambios psicológicos en el estado del sujeto, al significado del estímulo y al procesamiento de información demandada por la tarea (Durand-Rivera et al., 2004).

En tareas experimentales que involucran lectura se han encontrado algunos componentes asociados a su procesamiento (Hinojosa et al., 1999; Martín-Loeches, 2017), entre ellos se encuentran los siguientes:

N170

Este componente tiene una polaridad negativa, suele presentarse entre los 150 y 200 ms. Se presenta mayormente en regiones temporales y occipitales. Su aparición está ligada al reconocimiento visual de rostros, dibujos y objetos (Seghier, et al., 2014); con el aprendizaje de la lectoescritura se ha visto cómo se especializa para el reconocimiento de palabras (Maurer et al, 2005; Maurer et al, 2006 Brem, 2010; Zhao et al, 2014).

P300

El potencial cognitivo P300 se ha vinculado con procesos de orientación atencional y evaluación consciente de los estímulos. Este componente, de polaridad positiva, suele presentarse entre los 250 y 400 milisegundos posteriores al estímulo (Sur & Sinha, 2009). Su distribución topográfica varía según el tipo de tarea: existe una variante que aparece en regiones fronto-centrales (P3a), asociada a la detección automática de estímulos novedosos, y otra que se manifiesta en áreas parietales (P3b), relacionada con la evaluación más deliberada y significativa de la información (Polich, 2007).

En el contexto de la lectura, se ha encontrado que el componente P300 tiende a presentar una mayor amplitud cuando el lector se enfrenta a palabras infrecuentes

(p. ejem. *etnometodología*), en comparación con aquellas de uso más habitual (p. ejem. *mamá*). La aparición de este componente en este tipo de tareas sugiere que existe una mayor dificultad a la hora de procesar las palabras poco comunes en comparación con las más comunes (Polich & Donchin, 1987).

N400

El componente N400 está ligado a procesos léxico-semánticos y se caracteriza por tener una polaridad negativa y suele mostrarse entre los 250 y 550 ms en regiones centrales y parietales (Hagoort et al., 2009). Este componente surge principalmente como respuesta a violaciones a expectativas semánticas (Osterhout & Mobley, 1995; Kutas & Hillyard, 1984). Se ha observado también la aparición de este componente en respuesta al procesamiento de enunciados de lenguaje no literal como metáforas (Bambini, et. al. 2016) e ironía verbal (Cornejo et al. 2007; Spotorno et al., 2013)

En este trabajo se le dará un papel protagónico estudio del componente N170, ya que, como se dijo anteriormente, es uno de los componentes que está vinculado a procesos perceptivos visuales y que se ha visto que es uno de los primeros en especializarse por efectos de la alfabetización.

1.3.4 N170 y Alfabetización

Diversas investigaciones han demostrado que el componente N170 adquiere una especialización progresiva como resultado de la alfabetización. Un estudio realizado por Maurer et al. (2005) reveló que los niños recién ingresados a la educación preescolar presentan un patrón de discriminación visual distinto al de los adultos universitarios. En este experimento, se utilizó un paradigma con cuatro tipos de estímulos: palabras en alemán, símbolos, pseudopalabras y dibujos. A partir del registro de potenciales relacionados con eventos (PRE), se observó que los niños

no lograban discriminar adecuadamente entre la mayoría de las condiciones, especialmente entre palabras, símbolos y pseudopalabras, mientras que los adultos sí mostraban esta capacidad. En el grupo adulto se registró una mayor amplitud del componente N170 en regiones occipito-temporales frente a estímulos como palabras y pseudopalabras, en comparación con símbolos y dibujos. En contraste, los niños mostraron una mayor amplitud del N170 ante los dibujos, lo cual sugiere un procesamiento visual menos focalizado hacia las palabras y posiblemente más sensible a otros tipos de estímulos visuales. Además, se encontraron diferencias en la distribución topográfica: en los adultos, la actividad del N170 ante palabras se lateralizaba hacia el hemisferio izquierdo, mientras que en los niños se observaba una distribución más amplia y bilateral, lo que refleja una menor especialización cortical.

En una segunda investigación, también realizada por Maurer et al. (2006), se dio seguimiento a los mismos niños un año y medio después, con el objetivo de identificar si ese breve periodo de escolarización era suficiente para evidenciar cambios en la especialización cerebral hacia el reconocimiento de palabras. Al presentar nuevamente el mismo paradigma experimental, se observó un procesamiento más específico en el reconocimiento de palabras, reflejado en una mayor amplitud del N170 ante este tipo de estímulos en comparación con los dibujos. A nivel topográfico, también se detectó un cambio importante: la actividad asociada a las palabras mostró una distribución más lateralizada hacia el hemisferio izquierdo en comparación con la observada previamente en los niños.

Un tercer estudio, realizado por Zhao et al. (2014), exploró si existían diferencias en la discriminación visual entre niños de segundo grado con distintos niveles de habilidad lectora. Para ello, los autores dividieron a los participantes en dos grupos: alto y bajo rendimiento lector, definidos a partir de una prueba estandarizada. A todos se les presentó un paradigma experimental con palabras, pseudopalabras, símbolos y cadenas de letras sin sentido (llamadas “cadenas de consonantes”). Los resultados mostraron que los niños con bajo rendimiento lector

podían discriminar de forma general entre estímulos con letras (palabras, pseudopalabras y cadenas de consonantes) frente a símbolos, pero no lograban distinguir entre palabras reales y secuencias de letras sin sentido. A este tipo de procesamiento se le denominó “discriminación gruesa”, mientras que los niños con mejor desempeño lector mostraron también una “discriminación fina”, es decir, podían diferenciar entre combinaciones de letras con significado (palabras) y combinaciones sin significado (cadenas de consonantes). Estos hallazgos se reflejaron en la amplitud del componente N170: en el grupo con bajo rendimiento, el N170 era mayor para estímulos con letras en comparación con los símbolos, mientras que, en el grupo con alto rendimiento, el componente mostraba su mayor amplitud específicamente ante palabras, superando no solo a los símbolos, sino también a las cadenas de consonantes. Las pseudopalabras, en este grupo, provocaron respuestas de amplitud similar a las palabras reales.

En resumen, estas investigaciones evidencian cómo la alfabetización transforma progresivamente el reconocimiento visual de palabras. Los estudios de Maurer et al. (2005, 2006) mostraron que los niños sin experiencia escolar aún no discriminaban entre palabras y símbolos, pero tras cierto tiempo de escolarización ya eran capaces de hacerlo. Un punto clave es que, en el proceso de alfabetización, primero se desarrolla la habilidad para diferenciar entre letras y no letras (discriminación gruesa), y más adelante, entre combinaciones de letras significativas y no significativas (discriminación fina). Finalmente, un hallazgo relevante es que, a medida que el cerebro gana experiencia en lectura y escritura, el procesamiento de las palabras se vuelve más especializado, eficiente y lateralizado, consolidándose particularmente en las regiones occipito-temporales del hemisferio izquierdo.

Capítulo 2. Planteamiento del problema

En el capítulo 1 se describieron las investigaciones previas que se han realizado con respecto a los procesos perceptivos visuales y alfabetización. Entre los hallazgos más destacables se encuentran aquellos que han evidenciado, a través de técnicas electrofisiológicas de PRE, que los niños en proceso de alfabetización llegan a descubrir primero la diferencia entre palabras y símbolos (discriminación gruesa) y posteriormente entre palabras y cadenas de letras sin sentido (discriminación fina).

Hasta ahora no ha habido estudios que reporten la relación entre los niveles de conocimiento de escritura y procesos de discriminación visual a nivel cerebral exclusivamente en población de niños, por lo que esto fue uno de los principales intereses a investigar de este trabajo. Se tomaron los supuestos teóricos de la psicogénesis de la escritura, ya que como se explicó en el anterior capítulo, esta postura epistémica considera que los niños poseen distintos conocimientos sobre el sistema de escritura a pesar de no estar alfabetizados. Se agruparon a los niños por etapas de conceptualización. Aquellos que no habían consolidado habilidades convencionales de lectura y escritura (presilábicos, silábicos y silábico-alfabéticos) fueron colocados en un grupo denominado principiante (GP). Por otra parte, aquellos con escritura alfabética integraron el grupo experto (GE). Esta organización se realizó tomando como principal criterio la presencia o ausencia de habilidades convencionales de lectoescritura, debido a que el interés de esta investigación fue analizar posibles diferencias en los procesos de discriminación visual entre niños que aún no consolidaban la lectura y escritura convencional y aquellos que sí lo habían logrado.

A partir de los planteamientos anteriores se generaron las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿El nivel de conceptualización de lengua escrita con el que cuentan los niños del grupo principiante es suficiente para presentar discriminación entre palabras y símbolos?
2. ¿Habrá diferencias entre la discriminación de los niños del grupo principiante y los del grupo experto?

2.1 Hipótesis

Las hipótesis de este trabajo surgieron de las preguntas de investigación anteriormente planteadas. De manera general, se supuso que los procesos de discriminación visual de ambos grupos iban a ser diferentes, esto en concordancia con la teoría de la psicogénesis de la escritura que estipula que, entre más conocimiento se tenga del sistema de escritura, mejor será el de reconocimiento de palabras (Fernández y Alvarado, 2015). Esta suposición general llevó a establecer lo siguiente:

1. Los niños del GP al tener etapas de conceptualización presilábica y silábica mostrarán evidencia de discriminación gruesa entre palabras y símbolos, esto debido a que se ha visto que los conocimientos iniciales que poseen de la escritura son suficientes para que puedan distinguir entre una palabra y cualquier otra marca de representación gráfica como los dibujos o símbolos
2. Los niños del GE también mostrarán una discriminación de tipo gruesa, no obstante, su etapa de conceptualización más avanzada (alfabética), les permitirá distinguir también entre palabras y una serie de cadena de consonantes que no tienen significado (discriminación fina).

Las hipótesis de trabajo de manera operativa quedaron de la siguiente manera:

1. Los niños del GP presentarán un componente N170 de mayor amplitud en respuesta a las palabras que ante los símbolos, pero uno similar para el caso de palabras y cadenas de consonantes.
2. Los niños del GE mostrarán un componente N170 de mayor amplitud en respuesta a palabras que ante cadenas de consonantes y símbolos.

2.2 Objetivo General

El objetivo general de esta investigación fue analizar cómo el nivel de conceptualización de la escritura de los niños pertenecientes a dos grupos (principiante y experto) se relaciona con el componente N170 asociado con la discriminación visual de palabras.

2.3 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1. Analizar la amplitud del componente N170 en ambos grupos (principiante y experto) ante la respuesta de una tarea de discriminación visual entre palabras y símbolos.
2. Analizar la amplitud del componente N170 en ambos grupos (principiante y experto) ante la respuesta de una tarea de discriminación visual entre palabras y cadenas de consonantes.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Enfoque y Diseño Metodológico

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo con diseño experimental. El tipo de alcance fue correlacional ya que pretendió establecer la relación entre el nivel de conceptualización de la lengua escrita y los procesos de discriminación visual de las palabras a partir de la técnica de PRE.

3.2 Población

La población de este estudio estuvo conformada por niños mexicanos hispanohablantes del estado de Querétaro, con edades entre los 5 y 7 años (entre los 59 y los 83 meses); que cursaban tercero de preescolar, primero o segundo grado de primaria. Se eligieron esas escolaridades debido a que el plan de estudios de educación básica de México tiene contemplado acercar y paulatinamente consolidar los procesos de lectoescritura en estos grados escolares (Secretaría de Educación Pública, 2017).

3.3 Muestra

La muestra de esta investigación fue elegida por conveniencia, dado que solo se contemplaron aquellos participantes que cumplieron con los criterios de inclusión previamente establecidos por el investigador. La técnica de muestreo fue por cuotas. Todos los integrantes del estudio atendieron a una convocatoria diseñada y publicada en la plataforma digital Facebook^{MR} (véase Apéndice A).

Los padres de familia que mostraron interés en que sus hijos o hijas participaran en el estudio recibieron una carta invitación que contenía una descripción de la investigación, sus implicaciones, los procedimientos a realizar y los datos de contacto del investigador (véase Apéndice B).

Se contó con la colaboración de 25 voluntarios en total, no obstante, seis de ellos fueron descartados por dos motivos: 1) por presencia excesiva de actividad no relacionada con el cerebro en el registro de EEG que interfería en el análisis estadístico de los datos (cuatro casos); 2) porque sus producciones escritas no mostraban características suficientemente consistentes para ser clasificadas dentro de una etapa de conceptualización específica (dos casos). La muestra final estuvo compuesta por 19 niños, los cuales cumplieron con los siguientes criterios de inclusión:

- Ser mexicanos de nacimiento
- Tener el español como lengua nativa
- Haber sido estudiantes regulares de tercero de preescolar, primero o segundo grado de primaria, tanto de escuelas públicas como privadas
- Tener entre 5 y 7 años
- Residir en el estado de Querétaro
- No haber tenido antecedentes de riesgo neurológico de acuerdo con lo reportado en el cuestionario aplicado a los padres (véase Apéndice C).
- Tener un desarrollo típico según reporte de los padres (véase Apéndice C).
- Ser diestros
- Tener vista normal o corregida mediante el uso de anteojos
- Obtener parámetros normales de funciones cognitivas de memoria verbal, lenguaje, lectura y percepción visual
- Contar con un coeficiente intelectual (CI) dentro de parámetros normales, obtenido a través de la evaluación neuropsicológica realizada
- Obtener parámetros normales en funciones cognitivas de memoria verbal, lenguaje, lectura y percepción visual, así como un coeficiente intelectual (CI) dentro de parámetros normales, evaluados mediante una serie de batería neuropsicológicas.

Las evaluaciones de funciones cognitivas de memoria verbal, lenguaje, lectura y percepción visual se hicieron con ayuda de la prueba “Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI-2)” (Matute et al.,2007). El CI se obtuvo con el “Test de matrices progresivas: escala coloreada” (Raven, 1956/2005). Por otro parte, la información de desarrollo y antecedentes de riesgo neurológico fue recabada a partir de un cuestionario de elaboración propia (véase Apéndice C) que fue llenado por los padres o responsables legales de los participantes.

3.3.1 Criterios para la Conformación de Grupos

A todos los participantes de la muestra se les aplicó el “Instrumento diagnóstico para niños pre-alfabéticos” de Alvarado (2020) con el objetivo de conocer la etapa de conceptualización de la lengua escrita en la que se encontraban. El instrumento propuesto por Alvarado (2020) constituye una batería cualitativa de gran utilidad, pues además de estar basada en la teoría de la psicogénesis de la escritura, permite obtener información respecto a los conocimientos que tienen los aprendices en relación con la lectura y la escritura, sin importar si han concretado o no el proceso de alfabetización.

Este instrumento está dividido en cinco partes: escritura de nombre propio, escritura de sustantivos, identificación de letras fuera de contexto, completar la escritura de palabras y reconocimiento del nombre de colores (Alvarado, 2020). Para los fines de esta investigación se aplicaron las primeras tres tareas (véase Apéndice D), debido a que son las que más información proporcionan respecto a las etapas de conceptualización de los niños. Las tareas se explican a continuación:

- 1) **Escritura de nombre propio:** tiene el propósito de identificar si los niños son capaces de escribirlo de manera convencional. En ocasiones, muchos niños en esta prueba demuestran sus ideas previas de entender el sistema de escritura (Alvarado, 2020).

- 2) **Escritura de sustantivos:** consiste en solicitar a los niños que escriban un total de cinco palabras con regularidad silábica (CV). Los sustantivos por dictar tienen distinta longitud y variedad de núcleos silábicos, los cuales ayudan a observar si los niños “están en la posibilidad de realizar escrituras en las que representen unidades globales, silábicas o intrasilábicas por medio del uso de vocales o consonantes pertinentes” (Alvarado, 2020, p. 7). Al final de la escritura de cada palabra, se observa también la forma en la que los niños justifican (leen) sus producciones.
- 3) **Reconocimiento de letras:** tiene el objetivo de identificar los conocimientos que los niños tienen sobre el nombre de las letras. Esta tarea consiste en presentar a todos los evaluados una serie de tarjetas con las letras del abecedario impresas y pedirles que las nombren (Alvarado, 2020).

Una vez aplicadas las tareas, se procedió a determinar la etapa de conceptualización de los participantes. Para ello, se analizaron sus muestras de escritura y su reconocimiento de letras. Los criterios que se utilizaron para clasificarlos fueron los siguientes:

Para considerarlos como presilábicos:

- Nombre propio escrito con o sin correspondencia convencional grafema-fonema
- Con muestras de escritura de sustantivos sin correspondencia grafema-fonema
- Repertorio de letras limitados al uso y reconocimiento de las letras presentes en la escritura de su nombre propio

Al leer sus producciones, no logran hacer una correspondencia de las partes de la escritura con las partes que enuncian (justificación global)

Para considerarlos como silábicos:

- Nombre propio escrito con o sin correspondencia convencional grafema-fonema
- Con muestras de escritura que representen una letra por cada sílaba, las cuales pueden (silábico con valor sonoro) o no (silábico sin valor sonoro) tener una correspondencia sonora convencional
- Sin escritura convencional
- Con criterios consolidados de direccionalidad, cantidad mínima y variabilidad
- Repertorio con mayor número de letras identificadas que usadas en sus muestras de escritura
- Al leer sus producciones, logran hacer una correspondencia silábica de las partes de la escritura con las partes que enuncian (justificación silábica)
- De manera adicional, también se consideró en este rubro a todos los niños que usaron más de una grafía pertinente para representar algunas sílabas (nivel silábico-alfabético)

Para considerarlos como alfabéticos:

- Nombre propio y muestras de escritura de sustantivos con correspondencia convencional grafema-fonema, aunque pueden presentar errores ortográficos (v.gr. “BENADO” en vez de “VENADO”)
- Con criterios de direccionalidad, cantidad mínima y variabilidad consolidados
- Logran hacer correctamente una correspondencia de las partes de la escritura con las partes que enuncian

Los análisis fueron también revisados por la Dra. Alejandra García Aldeco, especialista en psicogénesis de la escritura, con el objetivo de que la evaluación y

la clasificación de las etapas de conceptualización fuesen confiables. Finalmente, con dicha información, los participantes de la muestra fueron divididos en dos grupos tomando como principal criterio el nivel de conceptualización de escritura mostrado por los participantes.

Grupo Principiante (GP)

Conformado por 9 niños que no eran capaces de leer y escribir de manera convencional, con etapas de conceptualización distribuidas entre presilábica y silábica, junto con todas sus subetapas (véase tabla 1).

Tabla 1. Distribución de integrantes del Grupo Principiante por etapa de conceptualización

Etapa de conceptualización				Número de participantes
Presilábico				6
Silábico	Con	Valor	Sonoro	1
Convencional				2
Silábico-Alfabético				9
Total				9

Grupo Experto (GE)

Integrado por 10 niños capaces de leer y escribir de forma convencional, con etapa de conceptualización alfabética.

La conformación de grupos tuvo también el control de cuatro variables (véase Tabla 2):

1. Que hubiera una distribución similar de niños y niñas

2. Que hubiera una proporción semejante de niños que estudiaran en escuelas públicas y privadas, debido a que esto puede relacionarse con diferencias socioculturales y educativas.
3. Que la edad promedio en meses entre los integrantes de ambos grupos no fuese significativamente distinta ($t = -1.380$, $p = .185$)
4. Que la escolaridad (en años) de la madre no fuese diferente en los dos grupos ($t = -.261$, $p = .797$).

Tabla 2. Características de la muestra final por grupo

Grupo	N	Edad (meses)		Niños	Niñas	Escuela Pública	Escuela Privada	Escolaridad madre (años)	
		Media	DE					Media	DE
Principiante	9	76.55	10.47	5	4	4	5	16.88	2.02
Experto	10	82.20	6.83	6	4	3	7	17.20	3.01
Total	19	79.37	17.31	11	8	7	12	17.05	5.03

Nota: DE= Desviación estándar

Una vez conformados los grupos, ambos realizaron la misma tarea experimental bajo las mismas condiciones.

3.4 Consideraciones éticas

La colaboración por parte de los participantes fue voluntaria y fue validada a través de la firma de un consentimiento informado (véase Apéndice E) por parte de los responsables legales (padres o tutores) y el asentimiento de los menores. Tanto a los padres como a los niños se hizo saber desde un inicio que en cualquier momento podían suspender su participación si así lo deseaban y que no habría consecuencias negativas por tomar esta decisión. Ninguno de los procesos efectuados involucró riesgos o molestias para los niños.

En todo el estudio se protegió la confidencialidad de los participantes. Los nombres de los niños fueron codificados y al trabajar con los datos sólo se podían saber los códigos y no sus nombres. Los datos personales quedaron en una base de datos a la que solo tuvo acceso el responsable de este estudio.

Al finalizar la participación se les entregó a los padres de familia un reporte con los puntajes de desempeño de lectura para los niños del GE o de lenguaje para los del GP, con la finalidad de que pudieran tener un mayor conocimiento de las habilidades de sus hijos y de ser necesario acudieran a otro lugar para que realizaran una valoración con mayor profundidad; esto se hizo así porque la evaluación implementada no tenía fines diagnósticos.

3.5 Procedimientos

Los procedimientos en los que participaron los niños fueron dos:

1. La aplicación de instrumentos y pruebas para conocer su etapa de conceptualización de la lengua escrita, sus funciones cognitivas y datos generales de desarrollo.
2. Un registro de EEG mientras los niños hacían la lectura de una serie de estímulos en una computadora.

Dado que esta investigación se realizó en una temporada de pandemia por el virus SARS-CoV-2, fue necesario diseñar un protocolo de seguridad sanitaria (véase Apéndice F) para llevar a cabo los procedimientos y salvaguardar la seguridad de los participantes y de los investigadores. Se realizaron adaptaciones en las evaluaciones de pruebas psicométricas, por lo que algunas fueron aplicadas en modalidad presencial en la Facultad de Psicología y Educación de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y otras en línea. Por su parte, todos los registros de EEG se realizaron en modalidad presencial.

Ambos procesos se llevaron a cabo en días distintos, de tal manera que primero se realizó la aplicación de los instrumentos y pruebas, y posteriormente el registro de EEG. La aplicación de pruebas e instrumentos tuvo una duración aproximada de dos horas, mientras que la del registro del EEG fue de una hora.

3.5.1 Diseño del paradigma experimental

El diseño del paradigma experimental estuvo basado en el trabajo de Zhao et al. (2014). Dicho autor empleó cuatro estímulos para su estudio: palabras en alemán, símbolos, cadenas de consonantes y pseudopalabras. No obstante, para esta investigación solamente se tomaron en cuenta los primeros tres tipos de estímulos, ya que en los resultados presentados por Zhao et al. (2014) no se encontraron diferencias entre las respuestas de pseudopalabras y palabras.

Las palabras empleadas para esta investigación consistieron en sustantivos concretos en español, con estructura consonante-vocal-consonante-vocal (CVCV). Se controlaron variables de vecinos fonológicos ($M = 30.23$, $DE = 21.42$), vecinos ortográficos ($M = 15.40$, $DE = 11.26$), longitud ($M = 4.77$, $DE = 0.98$) y frecuencia ($M = 1.25$, $DE = 0.60$) con ayuda del corpus lingüístico EsPal (Duchon et al., 2013). No se incluyeron palabras con “ñ”, “h”, “ll”, “ch”, “rr” ni con tilde debido a que se considera que estos elementos son de consolidación más tardía (Vernon, 2004).

Las cadenas de consonantes fueron diseñadas a partir de la lista de palabras en español. Para ello se seleccionaron las consonantes de la lista de palabras (v.gr. PATO) y se sustituyeron las vocales por consonantes elegidas al azar (v.gr. PXTTC). Se controló la longitud (4 a 6).

Por su parte, los símbolos fueron elaborados a partir de una selección aleatoria de caracteres de teclado (v.gr. /#! =). Al igual que en los demás tipos de estímulos, se controló la longitud de los símbolos en los ensayos (4 a 6).

En total, el paradigma experimental estuvo conformado por 180 estímulos (60 palabras en español, 60 cadenas de consonantes y 60 símbolos). Los estímulos fueron proyectados en el monitor de una computadora y su presentación fue aleatoria. Tanto las palabras en español como las cadenas de consonantes fueron proyectadas en mayúsculas con la finalidad de evitar las confusiones entre las letras que guardan una relación de simetría axial o lateral como “b”, “d”, “p”, “q” (véase Leal, Matute y Zarabozo, 2014).

Para evitar que los participantes se cansaran y disminuyeran su desempeño, se añadieron tres descansos, los cuales estaban programados para presentarse cada vez que se presentaran 60 estímulos; dichos descansos tenían una duración aproximada de 3 minutos cada uno.

3.5.2 Presentación de paradigma experimental

Se utilizó el software Estimulador Cognitivo de Neuronic^{MR} para proyectar el paradigma experimental. A cada participante se le explicó que iba a ver una serie de estímulos, algunos eran palabras y otros no (símbolos y cadenas de consonantes), mientras que se les realizaba el registro de EEG. La misión de ellos era leer (o ver) en silencio los estímulos presentados y presionar una tecla de color (previamente marcadas) en cuanto apareciera un signo de interrogación (?). Los participantes debían apretar la tecla color **verde** para aquellos estímulos que consideraran que fuesen palabras y una **roja** para el caso de que lo que habían leído o visto no lo fuera. La duración de cada estímulo en pantalla fue de 1000 ms. En la Figura 9 se resume de manera esquemática el procedimiento del paradigma experimental.

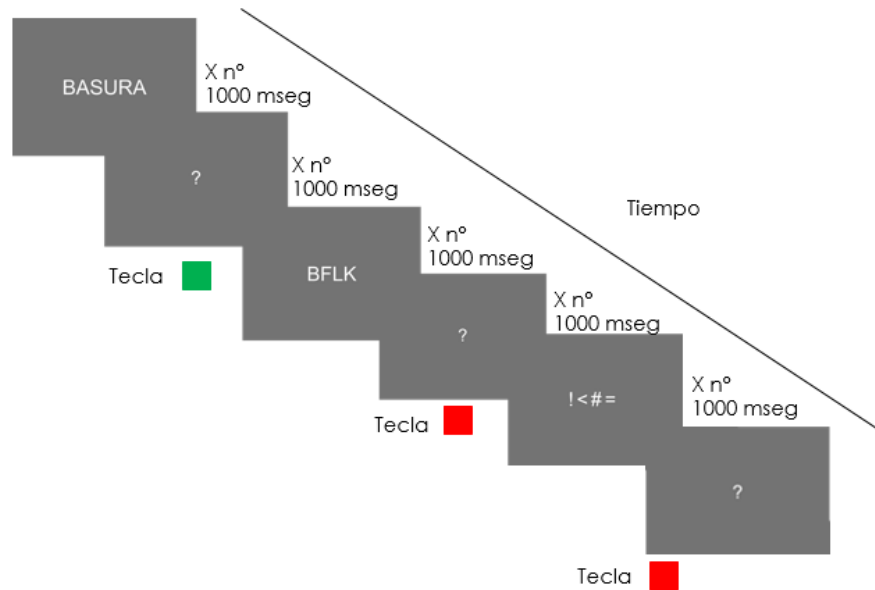


Figura 9. Ejemplo de secuencia de paradigma experimental

3.5.3 Pilotaje de paradigma experimental

Se realizó un pilotaje con el objetivo de probar la funcionalidad del paradigma experimental, así como los tiempos y la calidad de presentación de los estímulos. Seis adultos de entre 25 y 30 años con escolaridad universitaria participaron en este proceso. Los resultados de esta prueba arrojaron que el paradigma experimental funcionaba adecuadamente.

3.5.4 Registro de EEG

A todos los participantes de la muestra se les realizó un EEG con la finalidad de estudiar el impacto de la alfabetización en el reconocimiento visual de las palabras a nivel cerebral.

El registro del electroencefalograma se realizó con ayuda de una gorra ElectroCap para niños equipada con 19 electrodos de Ag/AgCl de acuerdo con el sistema internacional 10-20: Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz. Las referencias fueron colocadas en huesos mastoideos con electrodos cortocircuitados. La frecuencia de muestreo fue de 5 ms, y el filtro de banda estuvo entre 0.1 y 50 Hz. La toma del registro se hizo con el sistema Registro de Psicofisiología de Neuronic^{MR}.

El EEG se llevó a cabo en una cámara sonoamortiguada mientras se presentaba a los participantes el paradigma experimental diseñado en el monitor de una computadora. El tiempo de registro durante la tarea fue aproximadamente de treinta minutos los incluyendo descansos.

3.5.5 Obtención de PRE

Los EEG de cada uno de los participantes de este estudio fueron editados fuera de línea, es decir, después de haberse realizado el registro. La edición permitió eliminar segmentos de actividad no relacionada con el cerebro (v.gr. parpadeos, movimientos). Los registros que tuvieron menos del 60% de ensayos libres de artefactos fueron descartados.

Una vez realizada la edición de los EEG, se procedió a la obtención de los PRE de cada participante con ayuda del software Análisis de Psicofisiología de Neuronic®. Los PRE se obtuvieron promediando todas las ventanas de un segundo de duración (100 ms antes del estímulo y 900 ms después del estímulo), sincronizadas con la presentación de las condiciones (palabras, símbolos y cadenas de consonantes). Más adelante, se promediaron los PRE de todos los participantes en conjunto y se obtuvieron los grandes promedios para cada condición y grupo (principiante y experto). Finalmente, los grandes promedios fueron graficados y analizados estadísticamente. Los resultados se muestran en el siguiente capítulo.

Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se exponen los resultados que se obtuvieron a partir del análisis de los datos. En primer lugar, se muestra el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas de los niños al momento de interactuar con el paradigma experimental, así como sus correspondientes análisis estadísticos. En segundo lugar, se exponen los análisis visuales de los grandes promedios de los PRE pertenecientes a los niños del GP y del GE. Finalmente, se presenta el análisis estadístico con la finalidad de demostrar si las diferencias reflejadas en el análisis visual fueron significativas.

4.1 Análisis de respuestas conductuales de paradigma experimental

Las respuestas que dieron los niños al momento de presentarles el paradigma experimental fueron registradas y analizadas con el objetivo de determinar si había diferencias en el desempeño de ambos grupos. Dichas respuestas fueron registradas con el software Análisis de Psicofisiología de Neuronic®.

Se calcularon los porcentajes promedio de respuestas correctas (véase Tabla 3) e incorrectas (véase Tabla 4) para cada grupo y condición experimental. En la Tabla 3 se observa, de manera general, que los niños del GE obtuvieron mayores porcentajes de respuestas correctas en comparación con los del GP, en las tres condiciones evaluadas. De manera específica, el GP presentó porcentajes de desempeño relativamente similares entre los distintos estímulos, observándose medias ligeramente mayores en palabras y cadenas de consonantes en comparación con símbolos. En contraste, el GE mostró un mejor desempeño en el reconocimiento de símbolos en comparación con el resto de los estímulos. Asimismo, se observa que el desempeño del GE fue similar en las condiciones de palabras y cadenas de consonantes, siendo ligeramente menor en esta última condición.

Tabla 3. Porcentajes de respuestas correctas

Estímulo	Grupo Principiante n=9		Grupo Experto n=10	
	Media	DE	Media	DE
Palabras	27.08	32.75	58.14	27.78
Símbolos	26.04	33.99	68.14	26.42
Cadenas de consonantes	27.56	33.08	57.53	29.82

Por su parte, en la Tabla 4 se observa que los niños del GP presentaron mayores porcentajes de respuestas incorrectas en comparación con los del GE en las tres condiciones evaluadas. De manera específica, el GP mostró porcentajes elevados de error en los distintos estímulos, observándose menores porcentajes de error en palabras y cadenas de consonantes. Por su parte, el GE presentó menores porcentajes de respuestas incorrectas en general, destacando un menor nivel de error en la condición de símbolos en comparación con los demás estímulos.

Tabla 4. Porcentajes de respuestas incorrectas

Estímulo	Grupo Principiante n=9		Grupo Experto n=10	
	Media	DE	Media	DE
Palabras	61.81	38.82	41.86	27.78
Símbolos	62.84	40.19	31.86	26.42
Cadenas de consonantes	61.33	38.95	42.47	29.82

De manera general, al comparar los porcentajes de respuestas correctas e incorrectas, se observa un mejor desempeño global del GE en comparación con el GP. Este patrón se refleja en mayores porcentajes de aciertos y menores porcentajes de error en las distintas condiciones experimentales, lo cual sugiere un mejor desempeño en la tarea experimental en el GE en comparación con el GP.

Con el objetivo de evaluar estadísticamente estas diferencias, se realizó una prueba ANOVA de medidas repetidas con un factor de grupo (principiantes y expertos) y tres factores de medidas repetidas: condición (palabra, símbolo, cadenas de consonantes). Para este análisis se excluyó a un participante del grupo principiante, ya que no se registraron respuestas en algunas partes de la tarea.

Los resultados del ANOVA mostraron un efecto principal significativo del factor grupo en el porcentaje de respuestas correctas ($F(1,16) = 18.65$, $p < .001$, $\eta^2 = .538$). Esto indica que, considerando a todos los participantes en conjunto, el desempeño en la tarea fue distinto entre los grupos, observándose un mayor porcentaje de respuestas correctas en el grupo experto en comparación con el grupo principiante. No se encontró un efecto significativo del factor condición ($F(2,32) = 0.345$, $p = .711$, $\eta^2 = .021$), lo que indica que las diferencias descriptivas observadas entre palabras, símbolos y cadenas de consonantes no fueron estadísticamente significativas. Tampoco se encontró una interacción significativa entre los factores grupo y condición ($F(2,32) = 1.157$, $p = .327$, $\eta^2 = .067$), lo que indica que el patrón de desempeño entre los estímulos fue similar en ambos grupos.

En relación con las respuestas incorrectas, se encontró un efecto principal significativo del factor grupo ($F(1,16) = 14.04$, $p = .002$, $\eta^2 = .467$), lo que indica que el porcentaje de errores fue distinto entre los grupos. De manera general, el grupo principiante presentó un mayor porcentaje de respuestas incorrectas en comparación con el grupo experto. No se encontró un efecto significativo del factor condición ($F(2,32) = 0.121$, $p = .886$, $\eta^2 = .008$), lo que sugiere que el porcentaje de errores fue similar entre los distintos tipos de estímulos. Finalmente, no se encontró una interacción significativa entre los factores grupo y condición ($F(2,32) = 0.214$, $p = .809$, $\eta^2 = .013$), lo que indica que el patrón de errores entre los estímulos fue similar en ambos grupos.

4.2 Resultados del procesamiento visual mediante PRE

Con la finalidad de analizar el procesamiento visual de los estímulos, se obtuvieron los grandes promedios de los PRE correspondientes a cada una de las condiciones (palabras, símbolos y cadenas de consonantes) en los dos grupos de estudio (principiante y experto). Para ambos grupos se presentan los electrodos de las regiones en las que típicamente aparece el componente N170 (O1-O2, T5-T6).

Para el caso de los PRE del GP (Figura 10), se apreció que alrededor de los 200 ms, en la región temporal derecha (T6) hay una mayor amplitud del componente N170 para las condiciones de palabras y cadenas de consonantes en contraste con la de los símbolos.

En cuanto a los PRE del GE (Figura 11), se observó que alrededor de los 200 ms, se presentó una onda de amplitud negativa en regiones occipitales (O1 y O2) y temporales (T5 y T6). Se aprecia que en estos electrodos hay una mayor amplitud de este componente para las condiciones de palabras y cadenas de consonantes en contraste con la de los símbolos; por otro lado, también se distingue que en regiones del hemisferio derecho (O2 y T6) la amplitud de N170 es mayor para las palabras que para el resto de las condiciones.

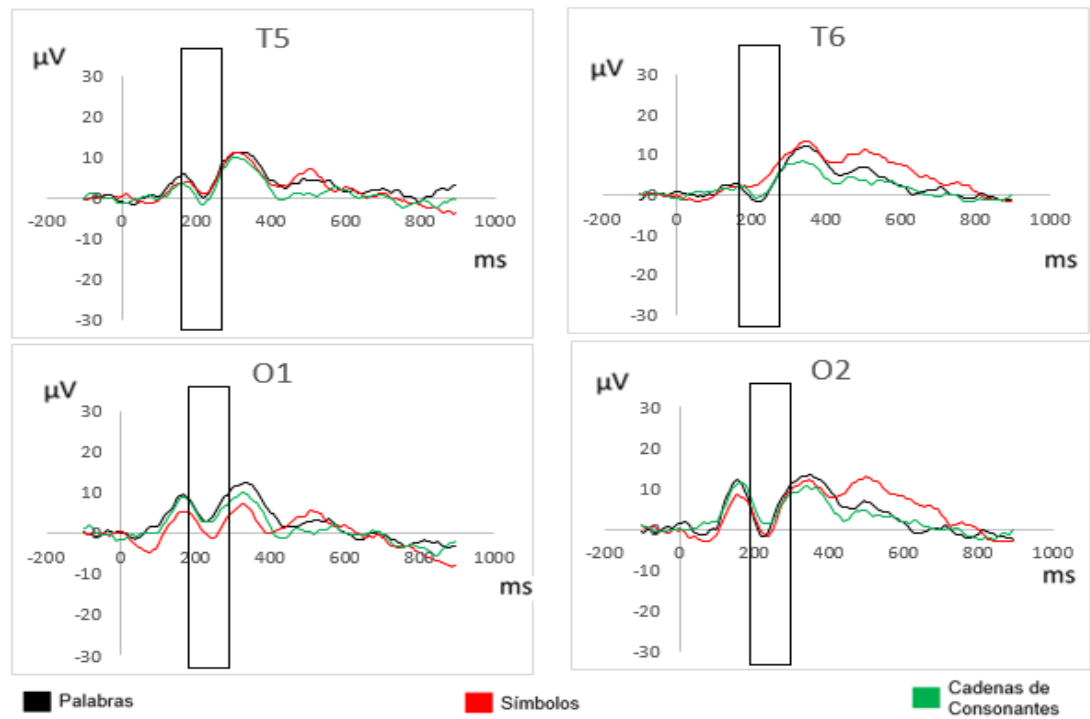


Figura 10. Gráfica que muestra el gran promedio de los PRE de N170 de los niños del grupo principiante (n=9).

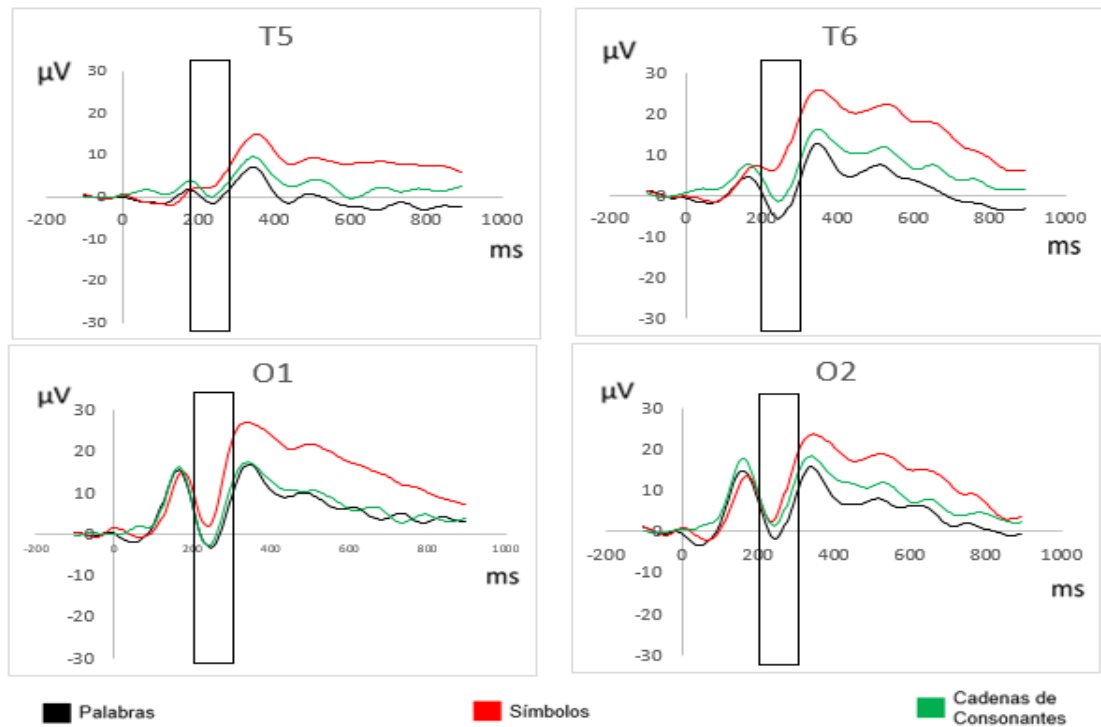


Figura 11. Gráfica que muestra el gran promedio de los PRE de N170 de los niños del grupo experto (n=10).

Adicionalmente a los anteriores hallazgos, se observó la presencia del componente P300 en ambos grupos. El componente P300 se obtuvo al realizar el mismo procedimiento que el componente N170, solamente que, a diferencia de este último, se tomaron en cuenta las ventanas temporales que van de los 300 a los 400 ms y se observó las regiones en las que suele aparecer este componente (P3-P4, O1-O2, T5-T6).

En el caso de GP (Figura 12), se aprecia que alrededor de los 300 ms, en regiones parietales y occipitales izquierdas (P3, O1), hay una mayor amplitud del componente P300 para las condiciones de palabras y cadenas de consonantes en contraste con la de los símbolos.

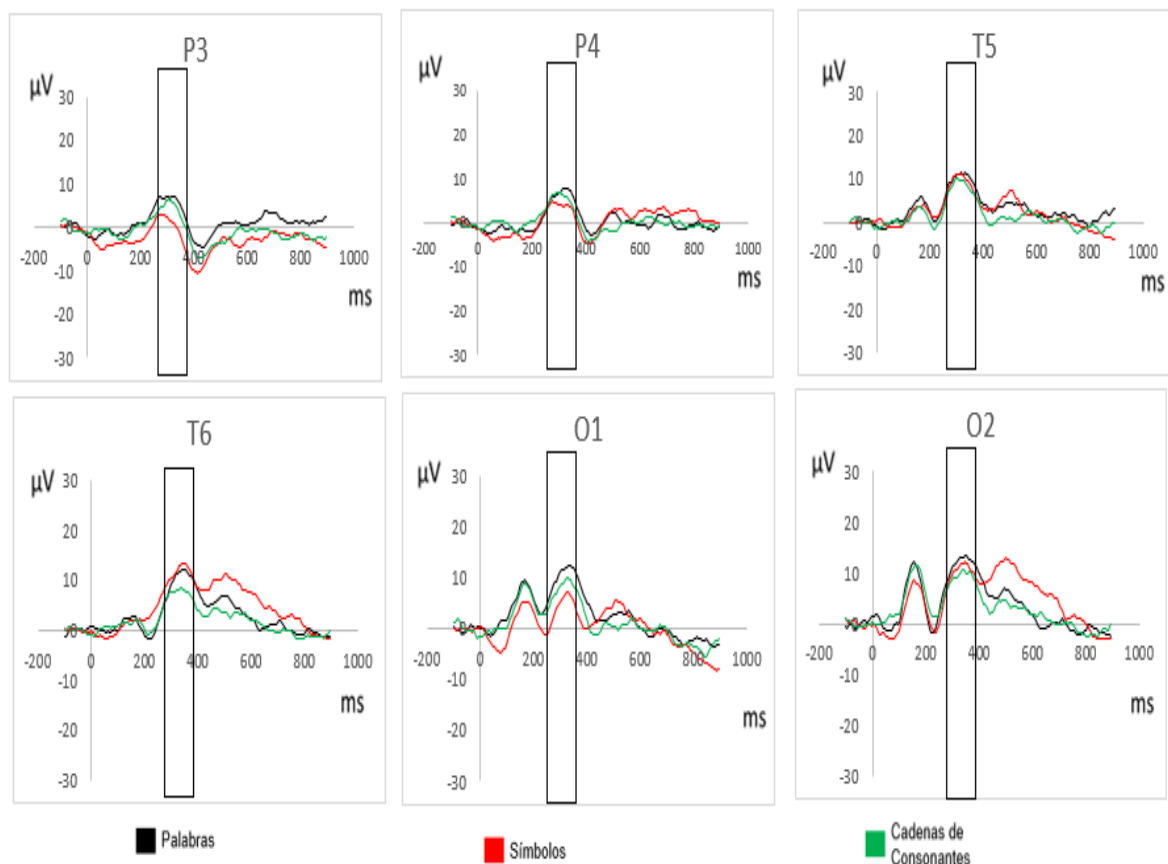


Figura 12. Gráfica que muestra el gran promedio de los PRE de P300 de los niños del grupo principiante (n=9).

Para el caso del GE (Figura 13), se puede ver que hay una mayor amplitud de componente P300 para la condición de símbolos en contraste con el resto de las condiciones en todas las regiones. De igual manera, se aprecia que la amplitud del componente de P300 para las cadenas de consonantes es mayor que para las palabras.

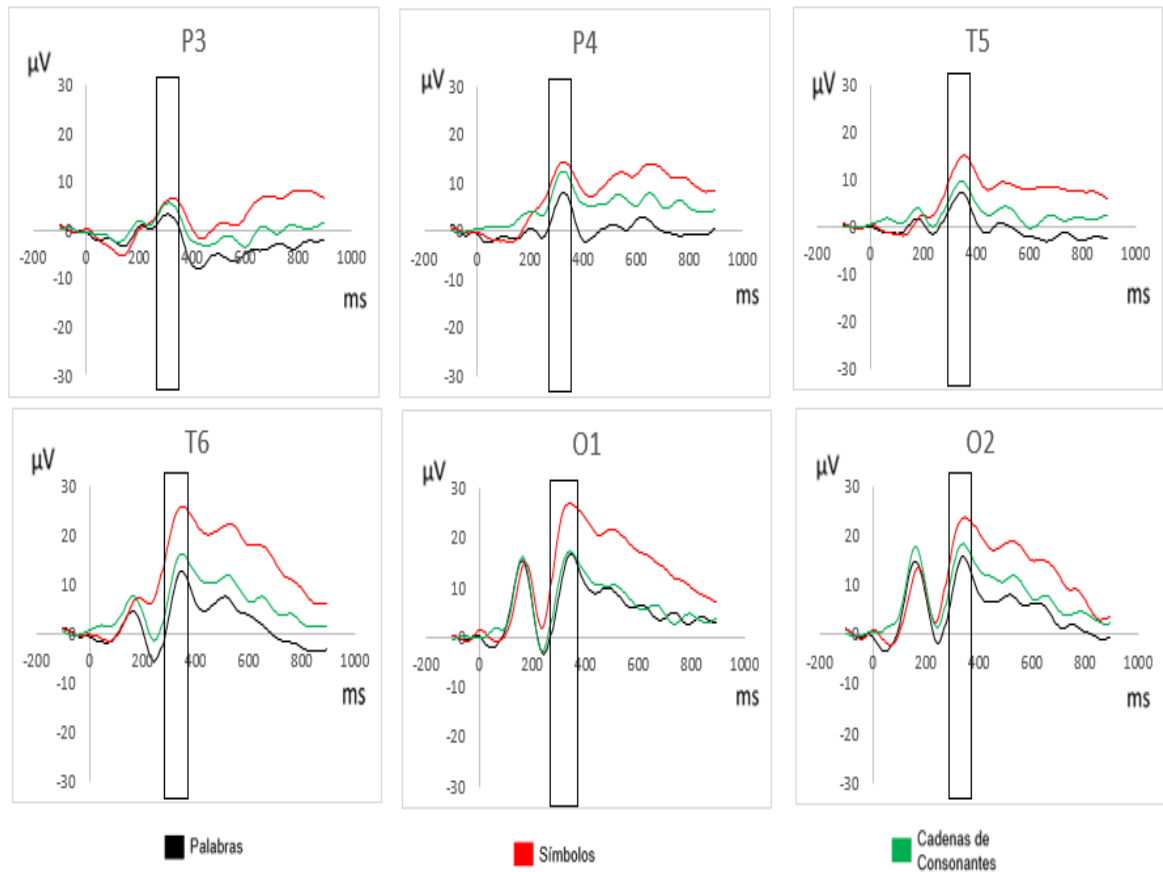


Figura 13. Gráfica que muestra el gran promedio de los PRE de P300 de los niños del grupo experto (n=10)

Una vez graficados los PRE, se utilizaron los cálculos de los valores promedio en microvoltios de la ventana correspondiente al componente N170 (de 200 a 300 ms) para cada participante de los dos grupos (principiante y experto) y para cada una de las condiciones (palabras, símbolos y cadena de consonante).

Se realizó una prueba estadística ANOVA de medidas repetidas con un factor de grupo (principiantes y expertos) y tres factores de medidas repetidas: condición (palabra, símbolo, cadenas de consonantes); región (8 topografías Fp1-Fp2, F3-F4, C3-C4, P3-P4, O1-O2, F7-F8, T3-T4, T5-T6) y hemisferio (izquierdo, derecho), con la finalidad de observar diferencias significativas entre los grupos y entre las condiciones.

El ANOVA se corrigió por violaciones del supuesto de esfericidad con el procedimiento Greenhouse-Geisser. Las interacciones que fueron significativas fueron confirmadas por un análisis de comparaciones múltiples con corrección Bonferroni. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software SPSS Statistics v. 23 de IBM^{MR}.

En el análisis estadístico se encontró una interacción significativa entre los factores condición y región ($F(6,12) = 15.31, p < .001, \eta^2 = .47$). Esto quiere decir que, considerando juntos a todos los participantes, el procesamiento cerebral de las condiciones es distinto en algunas regiones de registro. También se encontró una interacción entre los factores condición, región y grupo ($F(1,16) = 3.09, p = .045, \eta^2 = .15$), lo que significa que las diferencias entre condiciones son distintas también entre grupos.

Se hizo una prueba de comparaciones múltiples para saber en qué regiones y grupo había diferencias significativas. En el caso de los niños del grupo GP, se encontraron diferencias entre condiciones en los electrodos T5 y T6, pero sólo entre palabras y símbolos. En lo que respecta a los niños del GE, se encontraron diferencias significativas entre condiciones en los electrodos Fp1, Fp2, F3, F4, T5 y T6, en particular en T5 y T6 se encontraron diferencias significativas entre las tres condiciones experimentales.

Se hizo también un análisis en la ventana correspondiente al componente P300 (de 300 a 400 ms), y se encontró una interacción entre los factores condición y región ($F(14,4) = 8.76$, $p < .001$, $\eta^2 = .34$) y entre los factores condición, región y grupo ($F(14,4) = 3.61$, $p = .011$, $\eta^2 = .17$). Al hacer comparaciones múltiples se encontró que las diferencias entre condiciones estaban restringidas al GE, específicamente a las regiones P3, P4, O1, O2, T5 y T6, la topografía típica del componente P300. Se encontraron diferencias entre las tres condiciones (palabras, cadenas de consonantes y símbolos).

Para facilitar la interpretación de los resultados, la Tabla 5 resume las diferencias significativas encontradas entre las condiciones experimentales.

Tabla 5 Resumen de las diferencias significativas entre las condiciones experimentales para los componentes N170 y P300.

Componente	Grupo	Regiones (electrodos)	Resultado principal
N170	GP	T5, T6	Se observaron diferencias entre palabras y símbolos.
N170	GE	Fp1, Fp2, F3, F4	Se observaron diferencias entre palabras y símbolos.
N170	GE	T5, T6	Se observaron diferencias entre palabras, símbolos y cadenas de consonantes.
P300	GP	Sin diferencias significativas	No se observaron diferencias entre las condiciones experimentales.
P300	GE	P3, P4, O1, O2, T5, T6	Se observaron diferencias entre palabras, símbolos y cadenas de consonantes.

Capítulo 5. Discusión

Investigaciones previas con técnicas de PRE han dado evidencia de que la alfabetización modifica el cerebro humano y reorganiza circuitos neuronales del sistema visual relacionados con el reconocimiento de palabras (Maurer et al., 2005; 2006; Brem et al., 2010). Estos cambios, en términos de desarrollo, no ocurren de manera automática, sino que requieren de procesos de enseñanza y contacto sistemático con la lengua escrita para consolidarse (Dehaene, 2015). Los estudios con población infantil y discriminación visual de palabras a nivel cerebral han demostrado que existen diferencias de procesamiento entre niños que tienen habilidades lectoras altas y bajas. Los niños con menor rendimiento lector pudieron discriminar entre palabras y símbolos (discriminación gruesa), mientras que aquellos con mejor rendimiento lector no solamente pudieron discriminar entre palabras y símbolos, sino también entre palabras y cadenas de letras sin significado (discriminación fina) (Zhao et al., 2012).

El presente trabajo surgió de la necesidad de explorar más acerca de la influencia de la lectura y escritura en el cerebro. En particular, se analizó si el nivel de conceptualización de la lengua escrita de los niños tiene una relación con la discriminación visual de palabras. Se tomaron en cuenta los supuestos teóricos de la psicogénesis de la escritura dado que esta postura epistémica reconoce que los niños que están en proceso de alfabetización poseen conocimientos del sistema de escritura incluso antes de saber leer y escribir de manera convencional (Ferreiro, 2011; Vernon, 1993).

Las preguntas de investigación que guiaron este estudio fueron dos: por una parte, se quiso conocer si la etapa de conceptualización con la que contaban los niños del GP era suficiente para discriminar entre palabras y símbolos (discriminación gruesa) y, por otra, se quiso indagar si los procesos de discriminación visual eran diferentes entre los niños del GP y GE. Se partió del supuesto de que el procesamiento cerebral asociado con el reconocimiento visual de palabras sería diferente entre ambos grupos. Se esperaba que los niños del GP

presentaran una mayor amplitud del componente N170 para la condición de palabras en comparación con la de símbolos, pero una amplitud similar entre palabras y cadenas de consonantes. En cambio, se esperaba que los niños del GE presentaran una mayor amplitud del componente N170 para la condición de palabras en comparación tanto con símbolos como con cadenas de consonantes.

Respecto a la primera pregunta de investigación, se encontró que los niños del GP mostraron un patrón compatible con discriminación de tipo gruesa. Esto se observó al registrar un componente N170 de mayor amplitud para la condición de palabras en contraste con la de símbolos. Estas diferencias se encontraron en regiones temporales de ambos hemisferios. En contraste, no se encontraron diferencias significativas entre palabras y cadenas de consonantes dentro de este grupo. Estos resultados sugieren que, aun sin haber consolidado habilidades convencionales de lectura y escritura, los niños del GP muestran sensibilidad para distinguir entre estímulos visuales que contienen letras (palabras y cadenas de consonantes) y aquellos que no las contienen (símbolos), aunque este conocimiento aún no parece ser suficiente para discriminar entre combinaciones de letras con y sin significado.

La discriminación entre símbolos y palabras también pudo observarse en el análisis descriptivo de las respuestas conductuales del GP, donde se encontró un mayor porcentaje de respuestas correctas para palabras y cadenas de consonantes en comparación con símbolos. Sin embargo, el análisis estadístico no mostró una interacción significativa entre grupo y condición, por lo que estas diferencias no fueron suficientemente consistentes a nivel estadístico. Aun así, los hallazgos observados en el GP son consistentes con la teoría de la psicogénesis de la escritura, ya que, según esta teoría, uno de los primeros criterios para aprender a leer y escribir es el reconocimiento de que elementos como los dibujos o símbolos son diferentes a las letras (Ferreiro, 2011).

En lo que respecta a la segunda pregunta de investigación, relacionada con las diferencias entre GP y GE, el análisis estadístico mostró que, en la ventana de

200 a 300 ms correspondiente al componente N170, hubo una interacción significativa entre los factores grupo, condición y región. Esto indica que los niños del GP y GE procesaron de manera diferente las condiciones experimentales dependiendo de la región cerebral analizada.

Los resultados mostraron que los niños del GE presentaron, al igual que los del GP, diferencias entre palabras y símbolos, no obstante, los niños del GE mostraron además diferencias significativas entre palabras y cadenas de consonantes en regiones temporales. A diferencia del GP, también se encontraron diferencias entre condiciones en regiones frontales. Estos hallazgos sugieren un procesamiento visual más específico de las palabras en los niños con mayor conocimiento del sistema de escritura.

El mejor desempeño del GE también pudo observarse en el análisis conductual, donde este grupo presentó mayores porcentajes de respuestas correctas y menores porcentajes de error en comparación con el GP en las tres condiciones evaluadas. Este resultado fue consistente con el efecto principal significativo del factor grupo encontrado en el análisis estadístico, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre condiciones ni una interacción entre grupo y condición en las respuestas conductuales, lo que sugiere que las principales diferencias entre grupos fueron observadas a nivel electrofisiológico y no necesariamente en el patrón conductual entre estímulos.

Adicionalmente, los niños del GE fueron los únicos que presentaron diferencias significativas entre condiciones en la ventana correspondiente al componente P300. Este componente está relacionado con procesos de orientación atencional y suele aparecer ante estímulos infrecuentes o inesperados (Polich, 2007). En este caso, las diferencias se encontraron en regiones parietales, occipitales y temporales, observándose diferencias entre palabras, símbolos y cadenas de consonantes. Estos resultados podrían indicar diferencias en etapas posteriores del procesamiento relacionadas con procesos atencionales y de evaluación del estímulo.

Los hallazgos observados en el GE sugieren que los niños con mayor conocimiento del sistema de escritura son capaces de discriminar entre palabras y cadenas de letras sin significado (discriminación fina). Estos resultados son consistentes con la teoría de la psicogénesis de la escritura, pues esta teoría establece que conforme los niños tienen mayor acercamiento con el sistema de escritura comienzan a reflexionar acerca de las composiciones internas de las palabras, es decir, sobre las letras que las conforman (Quinteros, 1994). En momentos de consolidación de la lectura, la distinción entre lo que es o no una palabra constituye un requisito importante para procesos posteriores como el acceso al significado de las palabras y la comprensión del discurso escrito (Melzy y Ely, 2010; Cuetos y Domínguez, 2012).

Finalmente, los resultados obtenidos permiten resaltar la importancia de establecer puentes entre las perspectivas neurocientíficas y pedagógicas de la alfabetización. Mientras que las neurociencias cognitivas han estudiado los cambios cerebrales asociados con el aprendizaje de la lectura y la escritura, la psicogénesis de la escritura ha buscado comprender cómo los niños construyen conocimientos acerca del sistema escrito. En este sentido, los hallazgos de esta investigación sugieren que los niveles de conceptualización de la lengua escrita descritos por la psicogénesis pueden relacionarse con diferencias observables en el procesamiento cerebral de estímulos visuales escritos.

Capítulo 6. Conclusiones

En este trabajo se observó que el nivel de conceptualización de la lengua escrita con el que cuentan los niños se relaciona con diferencias en el procesamiento visual de palabras. A nivel electrofisiológico, los resultados mostraron diferencias en el componente N170 entre ambos grupos durante la tarea de discriminación visual. Los niños del GP presentaron diferencias principalmente entre palabras y símbolos, mientras que los niños del GE mostraron además diferencias entre palabras y cadenas de consonantes, reflejadas en una mayor amplitud del N170 ante palabras. Estos hallazgos sugieren que, conforme aumenta la experiencia con el sistema de escritura, el procesamiento visual de estímulos escritos se vuelve más específico. Lo anterior coincide con investigaciones previas que han mostrado que el aprendizaje de la lectura y la escritura se asocia con cambios progresivos en sistemas relacionados con el reconocimiento visual de palabras (Maurer et al., 2006; Brem et al., 2010; Dehaene, 2015).

Uno de los hallazgos más importantes de esta investigación fue que los niños del GP mostraron diferencias en el procesamiento visual entre palabras y símbolos aun sin haber consolidado una lectura y escritura convencional. Esto resulta relevante debido a que sugiere que ciertos procesos de diferenciación visual asociados con la escritura pueden comenzar a organizarse desde etapas tempranas del desarrollo y antes de que los niños logren alfabetizarse convencionalmente. En este sentido, los resultados obtenidos respaldan la idea de que los niños no llegan al aprendizaje de la lectura y la escritura como sujetos pasivos, sino que construyen conocimientos previos sobre el sistema escrito incluso antes de dominar convencionalmente la lengua escrita. Asimismo, esta investigación respalda la idea de que el desarrollo de la lectura y la escritura constituye un proceso constructivo, en el que los cambios cognitivos y cerebrales se producen progresivamente a partir de la reorganización de los conocimientos que los niños construyen acerca del sistema de escritura.

Lo anterior coincide con los planteamientos de la psicogénesis de la escritura propuestos por Ferreiro y Teberosky (2005), los cuales sostienen que los niños elaboran hipótesis progresivas acerca del funcionamiento del sistema de escritura.

Los hallazgos obtenidos también permiten resaltar la importancia de establecer puentes entre las perspectivas neurocientíficas y pedagógicas de la alfabetización.

Durante muchos años, los estudios sobre lectura y escritura desde las neurociencias cognitivas y desde enfoques constructivistas fueron desarrollados de manera relativamente independiente. Mientras que las neurociencias cognitivas se centraron en los cambios cerebrales asociados con el aprendizaje de la lectura y la escritura, las perspectivas psicogenéticas buscaron comprender cómo los niños construyen conocimientos acerca del sistema escrito. En este sentido, los resultados de esta investigación sugieren que ambas aproximaciones no necesariamente son excluyentes, sino que pueden complementarse para comprender de manera más amplia los procesos implicados en la alfabetización.

La presente investigación aporta evidencia a la línea de estudio sobre alfabetización y cerebro al relacionar los niveles de conceptualización de la lengua escrita con diferencias observables en la actividad cerebral asociada al procesamiento visual de palabras. En particular, los resultados sugieren que los conocimientos que los niños poseen acerca del sistema escrito pueden relacionarse con distintas formas de procesamiento visual de estímulos asociados con la lectura y la escritura. De esta manera, el presente trabajo contribuye tanto al estudio neurocognitivo de la alfabetización como a la comprensión pedagógica de los procesos iniciales de adquisición de la lengua escrita.

Entre las principales limitaciones de esta investigación se encuentra el tamaño reducido de la muestra, lo cual dificulta la generalización de los resultados a otras

poblaciones infantiles. De igual manera, aunque los hallazgos permitieron observar diferencias en el procesamiento visual de palabras entre grupos con distintos niveles de conceptualización de la escritura, las respuestas conductuales no mostraron interacciones significativas entre grupo y condición, por lo que algunos resultados deben interpretarse considerando esta diferencia entre los hallazgos electrofisiológicos y conductuales. Asimismo, debido al diseño transversal de la investigación, no fue posible observar directamente la evolución de los cambios en el procesamiento visual de palabras a lo largo del desarrollo de la lectura y la escritura.

Finalmente, se considera necesario que futuras investigaciones continúen estudiando la relación entre procesos perceptivos visuales y niveles de conceptualización de la lengua escrita, especialmente en niños con escolaridades de primaria alta y secundaria, con la finalidad de identificar posibles cambios en el procesamiento visual de palabras a lo largo del desarrollo. Asimismo, se sugiere ampliar el estudio de estos procesos en poblaciones atípicas.

Referencias bibliográficas

- Alcaraz-Romero, J. (2005). Evolución de los procesos cognitivos superiores. En J. Muñoz-Delgado, J. L. Díaz, & C. Moreno (Comps.), *Genealogía de la mente humana: Evolución, mente y psicopatología* (pp. 131–161). Herder.
- Alvarado, M. (2020). *Instrumento diagnóstico para niños pre-alfabéticos*. MOOC de alfabetización inicial para combatir la situación de rezago después del COVID-19. http://www.mexicox.gob.mx/assets/courseware/v1/486024f3b48d92608b1b70c0318ec4e1/asset-v1:COLMEX+MDAI20081X+2020_08+type@asset+block/INSTRUMENTO-DIAGNOSTICO-FINAL-CON-ANEXOS.pdf
- Ardila, A., Bertolucci, P. H., Braga, L. W., Castro-Caldas, A., Judd, T., Kosmidis, M. H., ... & Rosselli, M. (2010). Illiteracy: The neuropsychology of cognition without reading. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 25(8), 689–712. <https://doi.org/10.1093/arclin/acq079>
- Ardila, A., Ostrosky-Solís, F., & Mendoza, V. U. (2000). Learning to read is much more than learning to read: A neuropsychologically based reading program. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(7), 789–801.
- Ardila, A., Rosselli, M., & Rosas, P. (1989). Neuropsychological assessment in illiterates: Visuospatial and memory abilities. *Brain and Cognition*, 11(2), 147–166.
- Baker, M. (2020). *Evolution of the alphabet: Earliest forms to modern Latin script* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3kGuN8WIGNc>
- Barros, M. I. M., & Guardiola, G. T. (2006). Conceptos básicos de electroencefalografía. *Duazary*, 3(1), 18–23.
- Bazerman, C. (2008). La escritura de la organización social y la situación alfabetizada de la cognición: Extendiendo las implicaciones sociales de la escritura de Jack Goody. *Revista Signos*, 41(68), 355–380.

- Beres, A. M. (2017). Time is of the essence: A review of electroencephalography (EEG) and event-related brain potentials (ERPs) in language research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 42(4), 247–255. <https://doi.org/10.1007/s10484-017-9371-3>
- Berko, J., & Bernstein, N. (1999). *Desarrollo del lenguaje* (7.^a ed.). Pearson Educación.
- Bernstein, B. (1974). Language and roles. En R. Huxley & E. Ingram (Eds.), *Language acquisition: Models and methods* (pp. 220–256). Academic Press.
- Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Guttorm, T. K., Martin, E., Lyytinen, H., & Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter-speech sound correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17), 7939–7944. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904402107>
- Bruner, J., Oliver, R., & Greenfield, P. (1966). *Studies in cognitive growth*. Wiley.
- Caffarra, S., Martin, C. D., Lizarazu, M., Lallier, M., Zarraga, A., Molinaro, N., & Carreiras, M. (2017). Word and object recognition during reading acquisition: MEG evidence. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 24, 21–32.
- Carreiras, M., Seghier, M. L., Baquero, S., Estévez, A., Lozano, A., Devlin, J. T., & Price, C. J. (2009). An anatomical signature for literacy. *Nature*, 461(7266), 983–986.
- Castro-Caldas, A. (2004). Targeting regions of interest for the study of the illiterate brain. *International Journal of Psychology*, 39(1), 5–17.
- Chartier, A. M., & Hébrard, J. (2000). Saber leer y escribir: Unas “herramientas mentales” que tienen su historia. *Infancia y Aprendizaje*, 23(89), 11–24.
- Chatrian, G. E., Lettich, E., & Nelson, P. L. (1985). Ten percent electrode system for topographic studies of spontaneous and evoked EEG activities. *American Journal of EEG Technology*, 25(2), 83–92.

- Chyl, K., Fraga-González, G., Brem, S., & Jednoróg, K. (2021). Brain dynamics of (a) typical reading development: A review of longitudinal studies. *npj Science of Learning*, 6(1), 1–9.
- Coles, M., & Rugg, M. (1995). Event-related brain potentials: An introduction. En M. Rugg & M. Coles (Eds.), *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition* (pp. 1–26). Oxford University Press.
- Cornejo, C., Simonetti, F., Aldunate, N., Ibáñez, A., López, V., & Melloni, L. (2007). Electrophysiological evidence of different interpretative strategies in irony comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 411–430.
- Cuetos, F., & Domínguez, A. (s.f.). Lectura. En *Neurociencias del lenguaje* (pp. 137–152). Médica Panamericana.
- Dehaene, S. (2011). The massive impact of literacy on the brain and its consequences for education. *Human Neuroplasticity and Education*, 117, 19–32.
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: Behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 234–244.
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 335–341. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.004>
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Filho, G. N., Jobert, A., & Cohen, L. (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science*, 330(6009), 1359–1364. <https://doi.org/10.1126/science.1194140>
- Del Río Alda, A. (2004). *Escritura y alfabetización. Su impacto en la antigüedad* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional de la Universidad Complutense de Madrid.
- Delval, J. (1990). *Los fines de la educación*. Siglo XXI.

- Delval, J. (1994). *El desarrollo humano*. Siglo XXI de España Editores.
- Duchon, A., Perea, M., Sebastián-Gallés, N., Martí, A., & Carreiras, M. (2013). EsPal: One-stop shopping for Spanish word properties. *Behavior Research Methods*, 45, 1246–1258.
- Dueñas, S. (2017). *Descripción y análisis de actividades e intervenciones docentes para la alfabetización inicial bajo un enfoque constructivista* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Durand-Rivera, A., Manzano-Martínez, E., & Uribe-Escamilla, R. (2004). Potenciales relacionados con eventos y la lectura. *Revista de Ciencias Clínicas*, 5(1), 31–38.
- Entenza, A. (2008). *Elementos básicos de las representaciones visuales funcionales. Análisis crítico de las aportaciones realizadas desde diversas disciplinas* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- Fajardo-Uribe, L. A. (2008). Aproximación a la relación entre cerebro y lenguaje. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*, (11), 93–104.
- Fernández, N., & Alvarado, M. (2015). El efecto de rasgo de continuidad en la identificación de palabras escritas. *Revista Educación y Desarrollo*, (32).
- Ferreiro, E. (2011). *Alfabetización: Teoría y práctica* (8.^a reimp.). Siglo XXI.
- Ferreiro, E., & Teberosky, A. (2005). *Los sistemas de escritura en el desarrollo del niño* (22.^a ed.). Siglo XXI.
- Gacto, M., Pérez, A. S., & Sánchez, M. G. (2006). Lenguaje, genes y evolución. *Revista Española de Lingüística Aplicada*, (19), 119–128.
- García-Aldeco, A., & Uribe, V. (2020). *Leer y escribir para transformar: Alfabetización inicial desde la perspectiva constructivista*. El Colegio de México.

- Gaur, A., & Gútiez, M. C. (1990). *Historia de la escritura*. Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Gómez Palacio, M. (1982). *Propuesta para el aprendizaje de la lengua escrita*. SEP-OEA.
- Goody, J., & Watt, I. (1963). The consequences of literacy. *Comparative Studies in Society and History*, 5(3), 304–345. <https://doi.org/10.1017/S0010417500001730>
- Hinojosa, J. A., Martín-Loeches, M., & Rubia, F. J. (1999). Comprensión del lenguaje y potenciales evocados. *Estudios de Psicología*, 20(63), 175–188.
- Huettig, F., Kolinsky, R., & Lachmann, T. (2018). The culturally co-opted brain: How literacy affects the human mind. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(3), 275–277.
- Idarraga, O. L. (2003). La historia del lenguaje escrito: La evolución de la escritura hasta nuestros días. *Ánfora: Revista Científica de la Universidad Autónoma de Manizales*, 11(18), 125–144.
- Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2012). ERP components: The ups and downs of brainwave recordings. En E. S. Kappenman & S. J. Luck (Eds.), *The Oxford handbook of event-related potential components* (pp. 3–30). Oxford University Press.
- Kaufman, A., Castedo, M., Teruggi, L., & Molinari, M. C. (1989). *Alfabetización de niños: Construcción e intercambio*. Aique.
- Krafnick, A. J., Flowers, D. L., Luetje, M. M., Napoliello, E. M., & Eden, G. F. (2014). An investigation into the origin of anatomical differences in dyslexia. *Journal of Neuroscience*, 34(3), 901–908.
- Leal, F., Matute, E., & Zarabozo, D. (2002). La transparencia del sistema ortográfico del español de México y su efecto en el aprendizaje de la escritura. *Estudios de Lingüística Aplicada*, (42).
- Lecours, A., Mehler, J., Parente, M. A., Beltrami, M. C., de Tolipan, L. C., Cary, L., ... & Teixeira, M. (1988). Illiteracy and brain damage 3: A contribution to the study of

- speech and language disorders in illiterates with unilateral brain damage (initial testing). *Neuropsychologia*, 26(4), 575–589.
- López, A. R., Gordillo, J. M. L., & García, M. E. J. (2011). FOXP2: Genética y lingüística. *Kuxulkab'*, 17(33).
- Lozano, A., Ramírez, M., & Ostrosky-Solís, F. (2003). Neurobiología de la dislexia del desarrollo: Una revisión. *Revista de Neurología*, 36(11), 1077–1082.
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT Press.
- Marosi, E. (2011). El electroencefalograma: Medición de la actividad eléctrica cerebral. En J. Silva Pereyra (Ed.), *Métodos en neurociencias cognoscitivas* (pp. 41–62). Manual Moderno.
- Martín-Loeches, M. (2013). Un índice objetivo de capacidad lectora: El “potencial de reconocimiento” (PR) y el área cerebral que procesa las formas visuales de las palabras. *Psicología Educativa*, 19(2), 95–101.
- Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., & Brandeis, D. (2005). Emerging neurophysiological specialization for letter strings. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10).
- Maurer, U., Brem, S., Kranz, F., Bucher, K., Benz, R., Halder, P., & Brandeis, D. (2006). Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *NeuroImage*.
- Maurer, U., & McCandliss, B. D. (2008). The development of visual expertise for words: The contribution of electrophysiology. En *Single word reading: Behavioral and biological perspectives* (pp. 43–64).
- Melzi, G. Y., & Ely, R. (2010). Lenguaje y lectoescritura en los años escolares. En J. Berko & R. Bernstein (Eds.), *Desarrollo del lenguaje* (pp. 413–459). Prentice Hall.
- Morlett, A., Olabarrienta, L., Ramos, D., & Arango, J. (2019). Analfabetismo: Una visión general. En D. Rivera, A. Morlett, & J. Arango (Eds.), *Neuropsicología y analfabetismo* (pp. 1–20). Manual Moderno.

- Norris, D. (2013). Models of visual word recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 517–524.
- Ong, W. J., & Hartley, J. (2016). *Oralidad y escritura: Tecnologías de la palabra*. Fondo de Cultura Económica.
- Ostrosky-Solís, F., & García, (2003). ¿Puede el aprendizaje de la lectura y de la escritura modificar la organización funcional y anatómica del cerebro? Un estudio electrofisiológico. En E. Matute (Coord.), *Cerebro y lectura*. Universidad de Guadalajara.
- Ostrosky-Solís, F. (2004). Can literacy change brain anatomy? *International Journal of Psychology*, 39(1), 1–4.
- Ostrosky-Solís, F., Gutiérrez, A. L., & Pérez, M. E. G. (2010). Cultura, escolaridad y edad en la valoración neuropsicológica. *Revista Mexicana de Psicología*, 27(2), 285–291.
- Petersson, K. M., Silva, C., Castro-Caldas, A., Ingvar, M., & Reis, A. (2007). Literacy: A cultural influence on functional left-right differences in the inferior parietal cortex. *European Journal of Neuroscience*, 26(3), 791–799.
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128–2148. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Polich, J., & Donchin, E. (1988). P300 and the word frequency effect. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 70(1), 33–45.
- Quinteros, G. (1994). El uso y función de las letras en el período pre-alfabético. *Lectura y Vida*, 15(4), 28–38.
- Raven, J. C. (2005). *Test de matrices progresivas: Escala coloreada* (2.^a ed.). Paidós. (Trabajo original publicado en 1956).
- Rodríguez, M., Prieto, B., & Bernal, J. (2011). Potenciales relacionados con eventos (PRE): Aspectos básicos y conceptuales. En J. Silva Pereyra (Ed.), *Métodos en neurociencias cognitivas* (pp. 42–67). Manual Moderno.

- Rodríguez-Gallardo, A. (2007). Definiendo la lectura, el alfabetismo y otros conceptos relacionados. *Investigación Bibliotecológica*, 21(42), 143–175.
- Rosa, A., & Lugo, R. (2016). *Historia de la alfabetización y de la enseñanza de la lectura y la escritura*. https://pshplye.wordpress.com/#_ftn4
- Rosselli, M. (1993). Neuropsychology of illiteracy. *Behavioural Neurology*, 6(2), 107–112.
- Rosselli, M., Ardila, A., & Rosas, P. (1990). Neuropsychological assessment in illiterates II: Language and praxis abilities. *Brain and Cognition*, 12, 281–296.
- Rosselli, M. (2015). Neuropsicología del sistema visual. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 7(3), 1–12.
- Schmandt-Besserat, D. (1978). The earliest precursor of writing. *Scientific American*, 238(6), 50–59.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Plan y programas de estudio para la educación básica*. Secretaría de Educación Pública. https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf
- Seghier, M. L., Maurer, U., & Xue, G. (2014). What makes written words so special to the brain? *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 634.
- Silva, J. G. (1989). La ilustración, la escuela pública y la revolución francesa. *Revista de la Universidad Nacional*, (21), 22–29.
- Soares, M. B. (1992). Literacy assessment and its implications for statistical measurement. En *Current surveys and research in statistics*. UNESCO. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED366779.pdf>
- Spotorno, N., Cheylus, A., Van Der Henst, J. B., & Noveck, I. A. (2013). What's behind a P600? Integration operations during irony processing. *PLoS ONE*, 8(6), 1–10.
- Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal*, 18(1), 70–73.

- Tabares Meza, F. S. C., & Andrés, H. C. (2017). Relación entre poder y escritura en los mecanismos de control y coerción implementados en la Edad Media. *Revista de la Universidad de La Salle*, 2017(73), 117–140.
- Trans Cranial Technologies. (2012). *10/20 system positioning manual*. Trans Cranial Technologies Ltd.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Institute for Statistics. (2016). *Literacy among adult populations*. En *UNESCO e-Atlas of literacy*. http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS&popupcustomise=true&lang=en#
- Venezky, R. L. (2005). ¿Qué es alfabetización? *Lectura y Vida*, 26(1), 62–65.
- Vernon, S., & Ferreiro, E. (1999). Writing development: A neglected variable in the consideration of phonological awareness. *Harvard Educational Review*, 69(4), 395–416.
- Vernon, S. (1993). Initial sound/letter correspondences in children's early written productions. *Journal of Research in Childhood Education*, 8(1), 12–22.
- Vernon, S. (1996). Tres distintos enfoques en las propuestas de alfabetización inicial. *Básica, Revista de la Escuela y el Maestro*, 9, 63–71.
- Vernon, S. (2016). Syllabic processes in the initial stages of writing development. En *Written and spoken language development across the lifespan* (pp. 93–108). Springer.
- Wagner, D. A. (1993). *Literacy, culture and development: Becoming literate in Morocco*. Cambridge University Press.
- Zhao, J., Kipp, K., Gaspar, C., Maurer, U., Weng, X., Mecklinger, A., & Li, S. (2014). Fine neural tuning for orthographic properties of words emerges early in children reading alphabetic script. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(11), 2431–2442.

Apéndices

Apéndice A. Convocatoria Facebook^{MR}



INVITACIÓN



El laboratorio de Neuropsicología de la UAQ extiende la invitación a niños de primero y segundo grado de primaria para participar en un estudio acerca de cerebro y lectura. A través de este estudio se pretende conocer cómo el cerebro cambia por el aprendizaje de la lectura.

REQUISITOS:

- Ser estudiante de primero o segundo grado de primaria
- Ser mexicano de nacimiento
- Sin antecedentes de alteraciones neurológicas
- Visión normal o usar lentes
- Ser hablante nativo del idioma español
- Ser diestro
- No haber repetido ningún grado escolar
- Estudiar y vivir en el estado de Querétaro

¿CÓMO ES EL ESTUDIO?

- 1.- Realizaremos la aplicación de una prueba de lectura.
- 2.- Utilizamos una técnica segura que nos permite observar el funcionamiento del cerebro (electroencefalograma) mientras realizan una tarea de lectura de palabras.



ESTUDIO SIN COSTO

PROCEDIMIENTO TOTAL: 3-4 HORAS

SE ENTREGARÁ REPORTE DE LA PRUEBA DE LECTURA

SE TOMARÁN TODAS LAS MEDIDAS SANITARIAS PARA EVITAR LA PROPAGACIÓN DE COVID-19

LUGAR DE ESTUDIO

Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Querétaro



Maestría en
Aprendizaje de
la Lengua y las
Matemáticas

Datos de contacto del investigador responsable:

Correo electrónico: jromero26@alumnos.uaq.mx

Asesora del proyecto:

Dra. Gloria Nélida Avecilla Ramírez

Apéndice B. Carta invitación

(Hoja membretada de la UAQ)

Estimados padres de familia o tutores:

A través de la presente le hacemos una invitación para participar en la investigación denominada **“Efectos de la alfabetización en la modificación de la organización funcional del cerebro”**. Esta investigación pretende entender cómo es el funcionamiento del cerebro de los niños cuando están aprendiendo a leer y escribir. Este estudio se llevará a cabo en la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Si tanto usted como su hijo(a) aceptar participar, les pediremos que nos visiten en el laboratorio de Neuropsicología de la Facultad de Psicología en una o dos ocasiones.

El procedimiento para participar sería el siguiente:

- 1.- Explicación del procedimiento general del experimento de investigación, donde se le detallará de manera más profunda la finalidad del proyecto.
- 2.- En caso de que usted y su hijo acepten participar, se le pedirá que firme un consentimiento informado, el cual nos ayuda a obtener su permiso de participación por escrito.
- 3.- Le pediremos que tanto usted como su hijo (a), nos visite en la Facultad de Psicología, UAQ, para la aplicación de una serie de pruebas psicométricas, las cuales nos permitirán tener mejor conocimiento de las habilidades de su hijo (a), aunque por motivos de pandemia COVID-19, también estamos dando la opción de realizar esta aplicación en línea.
- 4.- Le haremos un electroencefalograma mientras lee unas palabras en la pantalla de una computadora, para este caso sí le pediremos nos acompañe a las instalaciones de la Facultad. El estudio de electroencefalograma nos servirá para conocer la actividad del cerebro de su hijo (a). Colocaremos una gorra con electrodos en la cabeza de su hijo (a) y pondremos un gel conductor en los electrodos que nos permitirá captar de mejor manera la actividad eléctrica de su cerebro. En el estudio de electroencefalograma, le solicitaremos que su hijo (a) venga con cabello limpio y seco, no esté cansado (a) y que haya comido normalmente ese día. Este estudio no es riesgoso ni tampoco causa molestias, pero si en algún momento usted o su hijo (a) deciden ya no querer participar, se suspenderá de inmediato el estudio sin consecuencia alguna. Al terminar el estudio, limpiaremos el exceso de gel de la cabeza del niño (a).
- 5.- La presente investigación no tiene fines diagnósticos, pero podemos contestar cualquier pregunta que tenga acerca de ella, de misma forma, si así usted lo desea, le podemos emitir un reporte de desempeño general de los resultados psicométricos de lectura o lenguaje con la finalidad de que pueda acudir a otro lugar para que les hagan una evaluación con mayor profundidad.
- 6.- Todos los datos personales recabados durante el estudio serán tratados con confidencialidad, por ningún motivo se publicará información que pudiese identificarle.

7.- La participación de su hijo (a) tendrá una duración total de **3 a 4 horas**.

8.- Por motivos de pandemia de COVID-19, se les pedirá lleven cubrebocas, se limpien sus manos con gel antibacterial que les proporcionamos al ingresar al laboratorio. Hacemos de su conocimiento, de igual forma, que para este estudio se tomará todas las medidas de seguridad, entre las cuales se encuentra desinfección constante de las áreas, citas con horarios alternados, uso de guantes para los registros de electroencefalograma, uso de cubrebocas y careta.

Al participar en esta investigación, estará contribuyendo a una mejor comprensión del funcionamiento del cerebro humano.

DATOS DE CONTACTO DE LOS INVESTIGADORES

Josué Romero Turrubiates
Investigador Responsable, Facultad de Psicología UAQ
Correo electrónico: jromero26@alumnos.uaq.mx

Dra. Gloria Nélida Avecilla Ramírez
Investigadora responsable, Laboratorio de Neuropsicología, Facultad de Psicología, UAQ
Correo electrónico: gnar77@gmail.com

Apéndice C. Cuestionario de desarrollo

(Hoja membretada de la UAQ)

CUESTIONARIO PARA PADRES DE FAMILIA

INDICACIONES: Estimado padre de familia o tutor, agradecemos enormemente su interés en el proyecto de investigación, para recabar más información acerca de su hijo(a) se le entrega este cuestionario el cual tiene el objetivo de recabar los datos de desarrollo de su hijo(a). Le pedimos que conteste el mismo de la forma más honesta y correcta posible. En caso de no recordar algunos datos, anote su respuesta y a lado de ella un asterisco (*), esto nos dará indicio de que la información proporcionada es aproximada. Se le exhorta llenar solamente la información solicitada en los espacios correspondientes, en el supuesto de que necesite resaltar algo o quiera profundizar un tema, hágalo en el apartado de comentarios finales que se encuentra al final del presente cuestionario. Si en algún momento del cuestionario no entiende una sección o bien, tiene duda sobre su contestación, pregunte al investigador responsable para que pueda orientarlo.

Le recordamos que todos datos recabados en esta investigación son con fines de investigación, de misma forma que todos lo proporcionado en este y otros instrumentos se guardará bajo estricta confidencialidad.

I.- DATOS GENERALES

Nombre del padre/tutores:

Escolaridades padres/tutores

Nombre del participante:

Fecha de nacimiento participante:

Edad participante:

Sexo:

Grado escolar:

Tipo de escuela:

Fecha de evaluación:

II.- ANTECEDENTES PRENATALES

Semanas de gestación

-Pretérmino (menos de 38 semanas)

¿Cuánto pesó al nacer? _____ kg

-Término (38 semanas)

¿Cuándo midió al nacer? _____ cm

-Postérmino (más de 42 semanas)

¿Hubo alguna complicación durante el embarazo?

III.- DESARROLLO MOTOR

¿A qué edad sostuvo la cabeza?

¿A qué edad caminó?

¿A qué edad avisó para ir al baño?

- Para hacer pipí
- Para hacer popó

¿A qué edad dejó los pañales?

¿Se hace del baño en la noche?

IV.- DESARROLLO DEL LENGUAJE

¿A qué edad dijo su primera palabra con significado?

¿A qué edad empezó a decir oraciones?

¿Habla algún otro idioma? ¿Cuál(es)?

V.- DESEMPEÑO ESCOLAR:

¿Cómo le va en la escuela?

¿En qué materias tiene más dificultad?

¿Qué materias se le facilitan?

¿Cuáles le gustan?

¿Cuáles no le gustan?

¿Ha reprobado? ¿Qué grado?

VI.- COMENTARIOS FINALES:

Apéndice D. Pruebas utilizadas del instrumento diagnóstico para niños pre-alfabéticos” (Alvarado, 2020)

I. Escritura del nombre propio

ASPECTOS EVALUADOS	SÍ	NO
Produce rayones o garabatos		
Emplea pseudoletas o letras ajenas a su nombre		
Emplea la letra inicial (escribe una sola letra o la usa reiteradamente)		
Emplea la letra inicial de su nombre junto con otras letras (no pertinentes)		
Emplea varias letras de su nombre pero la escritura queda incompleta o en desorden		
Escribe convencionalmente su nombre		
Hace corresponder partes de la escritura de su nombre con partes de la enunciación de su nombre		

Otros comentarios:

--

II. Escritura de sustantivos

PALABRA DICTADA	ESCRITURA Y JUSTIFICACIÓN DEL NIÑO	OTROS COMENTARIOS
Mariposa		
Gusano		
Venado		
Perico		
Toro		
Sol		

Análisis de la producción escrita:

- Escribe con: __ grabatos, __ pseudoletas,
__ letras, __ pseudoletas y letras.
- Su repertorio gráfico es de _____ letras (número de grafías diferentes).
- Las letras que emplea sin valor sonoro convencional son: _____
- Escribe respetando los criterios de... __ variedad interna,
__ cantidad mínima,
__ variedad entre palabras.

ASPECTOS CONSIDERADOS	SÍ	NO	A VECES
Justifica globalmente su escritura.			
Escribe palabras sin auto-dictarse segmentos de la mismas (sílabas). Justifica silábicamente su escritura. No modifica su escritura.			
Escribe palabras sin auto-dictarse segmentos de las mismas (sílabas). Justifica silábicamente su escritura. Modifica su escritura a partir de la justificación silábica agregando o quitando grafías.			
Se auto-dicta silábicamente, escribe una letra por sílaba y lee de esta misma manera su producción.			
Al escribir palabras monosilábicas o bisilábicas pierde el criterio silábico que emplea en palabras tri y tetrasilábicas.			
Se auto-dicta silábicamente, en ocasiones identifica unidades intra silábicas.			
Escribe palabras monosilábicas de manera convencional.			

VOCALES		CONSONANTES	
LETRA	CONTEXTO	LETRA	CONTEXTO

Análisis de la justificación que el infante hace de su escritura:

Comentarios:

III. Identificación de letras fuera de contexto

Letra mostrada	El infante la identifica como...	¿La conoce? (Si/ No)
P		
A		
T		
O		
V		
B		
E		
G		
W		
X		
M		
C		
R		
D		
S		
F		
H		
Z		
N		
I		
J		
K		
L		
U		
R		
Q		
Y		

Apéndice E. Consentimiento informado

(Hoja membretada de la UAQ)

Por medio de la presente, en mi carácter de padre o tutor del (de la) menor _____, manifiesto que se ha obtenido mi consentimiento y asentimiento por parte de mi hijo (a), de manera voluntaria para que se incluya a mi hijo (a) como participante en el proyecto de investigación **“Efectos de la alfabetización en la modificación de la organización funcional del cerebro”**. Se me ha informado sobre el proyecto a través de una carta de invitación, la cual contenía información detallada sobre la investigación. También han respondido todas mis dudas. Acepto que mi hijo (a) participe con el entendido de que:

- No habrá ninguna consecuencia desfavorable en caso de no aceptar la invitación.
- Mi hijo (a) puede retirarse del proyecto en cualquier momento si el (ella) o yo lo consideramos conveniente.
- No haré ningún gasto por la colaboración en el estudio.
- No hay un beneficio directo para mí, el propósito de este proyecto es obtener mayor conocimiento acerca del proceso de la lectura en el cerebro humano.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos en la investigación y no se publicará ninguna información que pudiese identificarme.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio, información actualizada sobre el mismo al investigador responsable.
- Si así lo deseo, puedo solicitar un reporte de desempeño general de los resultados psicométricos de lectura con el entendido de que este documento no tiene fines diagnósticos.

Lugar y fecha

Nombre del padre o tutor

Firma de conformidad de padre o tutor

DATOS DE CONTACTO DEL PARTICIPANTE:

Teléfono:

Correo electrónico:

Apéndice F. Protocolo de seguridad sanitaria

El registro de la actividad cerebral, pruebas psicométricas y entrevistas se realizarán bajo las siguientes medidas sanitarias:

Medidas para participantes o voluntarios de estudios/ investigaciones:

- A) Se les enviará a los participantes y/o a los padres de familia/tutores de menores de edad el cuestionario de descarte de COVID-19 1 o 2 días antes de su cita:
<https://forms.gle/TQqGdUu2CXXzFmHV8>

En el caso de que los participantes o sus familiares presenten signos, síntomas o factores de riesgo, se les recomendará no asistir a la facultad.

- B) Se reducirá la densidad humana estableciendo las siguientes estrategias:
1. Solicitar a los participantes mayores de edad que se presenten sin compañía.
 2. En el caso de menores de edad, se solicitará a los padres de familia que se presente solo uno de ellos, ya sea mamá, papá o tutor/a, junto con el niño o niña participante. Será posible que se presente más de un niño o niña en caso de que vivan en la misma casa y si ambos son sujetos de registro.
 3. Establecer horarios alternados entre participantes con media hora extra entre citas, con el fin de que no se encuentren o coincidan participantes de distintos estudios.
- C) Se establecerá la distancia mínima de 1.5 metros entre personas y un máximo de 3 personas en el laboratorio/cámara de EEG.
- D) Se les solicitará a los participantes limpiar sus zapatos en el tapete desinfectante antes de ingresar al espacio de trabajo.
- E) Los participantes y acompañantes deberán portar cubrebocas de manera correcta para ingresar al laboratorio y opcionalmente careta.
- F) Los acompañantes esperarán al participante fuera del laboratorio para evitar aglomeraciones dentro del laboratorio.
- G) Los participantes deberán limpiar sus manos con soluciones a base de alcohol en gel al 70%, las cuales estarán disponibles en dispensadores al ingreso al laboratorio.
- H) Se les solicitará a los participantes y acompañantes la práctica de la etiqueta respiratoria: cubrirse nariz y boca al toser o estornudar con un pañuelo desechable o el ángulo interno del brazo. Así como evitar tocarse la cara con las manos sucias, sobre todo nariz, boca y ojos.

Medidas para usuarios (estudiantes o investigadores) del laboratorio:

- A) Los usuarios deberán organizar su asistencia al laboratorio de acuerdo con el calendario de uso. No podrán asistir dos usuarios en el mismo día y horario, ni citar participantes de diferentes estudios/usuarios en el mismo día.
- B) Los usuarios podrán citar a sus participantes hasta tres días de cada semana (cada tercer día), pero la siguiente semana no podrán citar participantes, de modo que una semana puedan citar participantes para estudios, pero la siguiente no.
- C) Los usuarios deberán asistir al laboratorio siempre con cubrebocas correctamente colocado y careta para su uso durante los estudios.
- D) Los usuarios deberán usar guantes de un solo uso, cubrebocas y careta protectora para colocar la gorra electro-cap a los participantes de estudios electrofisiológicos.
- E) Las pruebas psicométricas se llevarán a cabo con sana distancia entre el participante y el evaluador y con cubrebocas y careta protectora por parte del usuario.
- F) Los usuarios deberán limpiar sus manos con gel desinfectante de alcohol al 70% al entrar al laboratorio y antes de tocar cualquier material que entre en contacto con otro ser humano.
- G) Los usuarios limpiarán con solución desinfectante las superficies de trabajo, así como teclados de computadora antes de empezar el trabajo del día y después de cada estudio/ prueba psicométrica.
- H) Al finalizar cada estudio, los usuarios limpiarán todo el material con el que hayan trabajado con agua y jabón o con solución desinfectante, según sea el caso.
- I) Antes de entrar al laboratorio, los usuarios deberán limpiar sus zapatos en el tapete con solución desinfectante.
- J) Los usuarios deberán apegarse a la práctica de la etiqueta respiratoria: cubrirse nariz y boca al toser o estornudar con un pañuelo desechable o el ángulo interno del brazo. Así como evitar tocarse la cara con las manos sucias, sobre todo nariz, boca y ojos.
- K) En ningún caso un usuario se presentará en el laboratorio si presenta síntomas relacionados con COVID-19 o con cualquier infección de vías respiratorias o digestivas, así como si algún familiar o persona cercana ha sido diagnosticado(a) como positivo y ha convivido recientemente con él o ella.
- L) Si algún usuario presenta un incremento de temperatura corporal por encima de 37.5 grados centígrados, deberá retirarse y cancelar sus citas del día.
- I) Los usuarios deberán permanecer con la ventana del laboratorio abierta.

- J) La cámara de EEG sólo podrá estar cerrada mientras se llevan a cabo los estudios electrofisiológicos, y en ningún caso podrán estar dentro de ella más de dos personas.
- K) Los usuarios deberán realizar una autoevaluación constante sobre las medidas de seguridad sanitaria universitaria para identificar y evitar situaciones de riesgo.

Insumos que el laboratorio proveerá para usuarios y/o participantes:

Tapete desinfectante en la entrada

Dispensadores de gel de alcohol al 70% disponibles para usuarios y participantes.

Cubrebocas extras para quienes lo requieran.

Termómetro infrarrojo

Desinfectantes para superficies

Toallitas desinfectantes de superficies

Papel higiénico

Depósitos para materiales de desecho

Guantes de látex de un solo uso

Insumos que la Facultad proveerá para usuarios y participantes:

Jabón para manos

Papel higiénico

Agua corriente en sanitarios