



# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO  
Y REHABILITACIÓN NEUROPSICOLÓGICA**



**CONECTIVIDAD FUNCIONAL DURANTE LA  
COMPRESIÓN DE ORACIONES CON ELEMENTOS DE  
GÉNERO Y NÚMERO**

## **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN  
NEUROPSICOLÓGICA**

**PRESENTA:  
ARNOLDO RÍOS ANTONIO**

**DIRECTOR:  
Dr. IGNACIO MÉNDEZ BALBUENA**

**CO-DIRECTOR:  
Dr. LUIS QUINTANAR ROJAS**

**ASESOR:  
Mtro. VICENTE ARTURO LÓPEZ CORTÉS**

**JUNIO, 2018**

**PUEBLA, PUEBLA**  
**JUNIO, 2018**

**MIEMBROS DEL JURADO DE EXAMEN:**

Dr. IGNACIO MÉNDEZ BALBUENA  
Dr. LUIS QUINTANAR ROJAS  
Mtro. VICENTE ARTURO LÓPEZ CORTÉS

**RECONOCIMIENTO**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por proporcionarme la beca 738147/595777, y por todo el apoyo brindado no sólo a mí, sino a generaciones de estudiantes con ganas de hacer investigación científica y especializarse profesionalmente.

También le agradezco el otorgamiento de la beca Mixta para poder realizar la estancia académica en la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (UCA) en la ciudad de Asunción, Paraguay.

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP por su apoyo para asistir al XV Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Neuropsicología (SLAN) en la ciudad de Natal, Brasil, para presentar el trabajo “Análisis espectral y de la dinámica de la actividad cerebral en sujetos sanos con hábitos y sin hábitos de lectura”. Así como por el apoyo otorgado para la conclusión de esta tesis.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por apoyarme en todo momento no sólo económicamente, sino con palabras de aliento y animándome en momentos de dificultad.

A mis profesores, quienes fueron excelentes guías teóricos y prácticos, mostrando siempre apertura a mis peticiones de ayuda académica y aclarando con excelente actitud todas mis dudas.

Específicamente a mi director de tesis, el doctor Ignacio. El profesor de ciencias exactas más humano que he conocido. Se mostró siempre dispuesto a ayudar a sus alumnos e interesado de forma genuina en que alcancemos nuestros objetivos.

A Chivis y Geny, ambas resolviendo problemas mucho más allá de sus responsabilidades. De no ser por ellas, todos nos hubiéramos visto en apuros.

A mis compañeros Ángel, María y Heriberto. Excelentes personas y muy sabias cada uno a su manera. Aprendí mucho conviviendo con ellos. Su solidaridad, conocimiento y sentido del humor hicieron que me diera cuenta de forma vivencial lo que Leontiev afirma en su teoría de la actividad: ninguna persona se construye a sí misma. Todos necesitamos de quienes nos rodean para crecer.

A mi amigo y compañero de licenciatura, Ernesto. Gracias a él comprendí que si las diferentes disciplinas que estudian a la mente humana buscan la verdad, pueden incursionar entre sí sin debilitar las bases que las sustentan.

## ÍNDICE

1. planteamiento de la investigación. . . . .	1
1.1 Elección del tema y objeto de estudio. . . . .	1
1.2 Justificación (necesidad desde la neuropsicología) . . . . .	2
1.3 Viabilidad y pertinencia. . . . .	3
1.4 Planteamiento del problema. . . . .	3
2. Enfoque teórico – metodológico. . . . .	5
2.1 Antecedentes. . . . .	5
2.1.1 Neuroimagen, comprensión de oraciones y lectura. . . . .	7
2.1.2 Electroencefalografía de la comprensión de oraciones con elementos de género y número. . . . .	8
2.2 Concepción teórico metodológica. . . . .	10
2.2.1 Mecanismo psicofisiológico y sistema funcional Complejo. . . . .	12
2.2.2 Diferencias individuales de acuerdo con la actividad. . . . .	13
2.2.3 El lenguaje desde la perspectiva histórico-cultural. . . . .	14
3. Desarrollo de investigación. . . . .	15
3.1 Objetivo general. . . . .	15
3.2 Objetivos específicos. . . . .	15
3.3 Hipótesis. . . . .	16
3.4 Método de investigación. . . . .	17
3.4.1 Tipo y diseño de la investigación. . . . .	17
3.4.2 Muestra. . . . .	17
3.4.3 Instrumentos / técnicas. . . . .	18
3.4.4 Equipo e instrumentos de evaluación utilizados . . . . .	18
3.4.5 Descripción del experimento. . . . .	19
3.4.6 Análisis de datos. . . . .	21
3.4.7 Variables. . . . .	22
3.4.8 Técnicas para el análisis de los datos. . . . .	22
4. Resultados. . . . .	22
4.1 Comparación de resultados de screening neuropsicológico. . . . .	22
4.2 Comparación de bandas durante estimulación auditiva . . . . .	27
4.4 Comparación de bandas durante la elección de	

respuesta . . . . .	38
4.5 Comparación de bandas de dos sujetos en una respuesta acertada y una errada de género y de número. . . . .	50
4.5.1 Comparación de bandas de dos sujetos durante la respuesta de género. . . . .	50
4.5.2 Comparación de bandas de dos sujetos durante una respuesta de número. . . . .	60
5. Discusión. . . . .	70
5.1 Discusión de los datos conductuales. . . . .	70
5.2 Discusión de los datos electrofisiológicos. . . . .	71
5.2.1 Ritmo Delta . . . . .	71
5.2.2 Ritmo Theta . . . . .	72
5.2.3 Ritmo Alpha . . . . .	73
5.2.4 Ritmo Beta . . . . .	73
5.3.5 Ritmo Gamma . . . . .	74
5.4 Comparación de bandas de dos sujetos en una respuesta acertada y una errada de género y de número. . . . .	75
6. Conclusiones . . . . .	78
7. Referencias . . . . .	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de oraciones con elementos de género y sus opciones de respuesta. . . . .	19
Figura 2. Ejemplo de oraciones con elementos de número y sus opciones de respuesta. . . . .	20
Figura 3. Estructura de la secuencia de ítems que conformaron el paradigma. . . . .	20
Figura 4. Dibujo de casa con perspectiva de fondo de un sujeto con hábitos lectores. . . . .	23
Figura 5. Dibujo de casa con perspectiva de fondo de un sujeto sin hábitos lectores. . . . .	24

Figura 6. Dibujo de animales de un sujeto con hábitos lectores. . . . .	24
Figura 7. Dibujo de animales de un sujeto sin hábitos lectores. . . . .	25
Figura 8. Dibujo de figuras con relaciones espaciales de un sujeto con hábitos lectores. . . . .	25
Figura 9. Dibujo de figuras con relaciones espaciales de un sujeto con hábitos lectores. . . . .	26
Figura 10. Comparación de bandas Delta durante estimulación auditiva con todas las oraciones. . . . .	27
Figura 11. Comparación estadística. . . . .	28
Figura 12. Comparación de bandas Theta durante estimulación auditiva con todas las oraciones. . . . .	29
Figura 13. Comparación estadística. . . . .	30
Figura 14. Comparación de bandas Alpha durante estimulación auditiva con todas las oraciones. . . . .	31
Figura 15. Comparación estadística. . . . .	32
Figura 16. Comparación de bandas Beta durante estimulación auditiva con todas las oraciones. . . . .	33
Figura 17. Comparación estadística. . . . .	34
Figura 18. Comparación de bandas Gamma durante estimulación auditiva con todas las oraciones. . . . .	35
Figura 19. Comparación estadística. . . . .	36
Figura 20. Comparación de aciertos en la elección de la respuesta. . . . .	37
Figura 21. Comparación de bandas Delta durante la elección de respuesta de todas las oraciones. . . . .	38
Figura 22. Comparación estadística. . . . .	39
Figura 23. Comparación de bandas Theta durante la elección de respuesta de todas las oraciones. . . . .	40
Figura 24. Comparación estadística. . . . .	41
Figura 25. Comparación de bandas Alpha durante la elección de respuesta de todas las oraciones. . . . .	42
Figura 26. Comparación estadística. . . . .	43
Figura 27. Comparación de bandas Beta durante la elección de respuesta de todas las oraciones. . . . .	44
Figura 28. Comparación estadística. . . . .	45

Figura 29. Comparación de bandas Gamma durante la elección de respuesta de todas las oraciones. . . . .	46
Figura 30. Comparación estadística. . . . .	47
Figura 31. LORETA de estimulación auditiva en sujeto con hábitos de lectura. . . . .	48
Figura 32. LORETA de estimulación auditiva en sujeto sin hábitos de lectura. . . . .	49
Figura 33. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta acertada de género. . . . .	50
Figura 34. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta acertada de género. . . . .	51
Figura 35. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta acertada de género. . . . .	52
Figura 36. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta acertada de género. . . . .	53
Figura 37. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta acertada de género. . . . .	54
Figura 38. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta errada de género. . . . .	55
Figura 39. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta errada de género. . . . .	56
Figura 40. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta errada de género. . . . .	57
Figura 41. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta errada de género. . . . .	58
Figura 42. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta errada de género. . . . .	59
Figura 43. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta acertada de número. . . . .	60
Figura 44. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta acertada de número. . . . .	61
Figura 45. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta acertada de número. . . . .	62
Figura 46. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una	

respuesta acertada de número. . . . .	.63
Figura 47. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta acertada de número. . . . .	64
Figura 48. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta errada de número. . . . .	.65
Figura 49. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta errada de número. . . . .	.66
Figura 50. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta errada de número. . . . .	.67
Figura 51. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta errada de número. . . . .	.68
Figura 52. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta errada de número. . . . .	69

## Resumen

La organización cerebral de la actividad psíquica en pacientes escolarizados y no escolarizados con daño cerebral, ha mostrado diferencias en la especialización hemisférica para el lenguaje (Lecours et.al, 1988), donde el aprendizaje de la lectoescritura desempeña un papel fundamental. De hecho, cualquier actividad del individuo influye sobre el funcionamiento cerebral (Leontiev, 1966). Los estudios funcionales muestran que, por ejemplo, la comprensión del lenguaje o la lectura en cualquiera de sus formas, se garantiza con la participación de múltiples sectores cerebrales, corticales y subcorticales. De acuerdo a lo anterior, es posible hipotetizar que los hábitos lectores del individuo repercuten sobre la organización de la actividad cerebral. El objetivo del presente trabajo es comparar la actividad cerebral de personas sanas lectoras y no-lectoras a través del registro electroencefalográfico (EEG), durante la tarea de comprensión de oraciones que contienen elementos de género y número. En el estudio participaron 6 sujetos sanos diestros de 24 a 46 años (3 mujeres y 3 hombres). Se aplicó un paradigma experimental con 88 oraciones de género y número, basada en la prueba 'evaluación clínico neuropsicológica de la afasia Puebla-Sevilla (Quintanar, Solovieva & León-Carrión, 2013). Se registró la actividad cerebral (EEG) sincronizada con la tarea en 20 derivaciones. Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas en el desempeño conductual de elección de respuesta de las oraciones. El análisis de resultados del EEG se analizan de acuerdo con los espectros de potencia y de la dinámica general de la actividad cerebral que subyace a esta tarea, mostrando patrones similares de activación entre un adulto joven lector y uno sin hábitos lectores en las regiones temporal bilateral, parietal derecha, occipital derecha y motora y premotora derecha. Respecto a la comparación de dinámicas cerebrales grupales, se concluyó que los sujetos sin hábitos de lectura necesitan activar un mayor número de zonas corticales para comprender oraciones en el plano verbal, en comparación con los sujetos con hábitos de lectura.

## **1. Planteamiento de la investigación.**

### **1.1 Elección del tema y objeto de estudio.**

El lenguaje es una característica única de la mente, y a diferencia de otras capacidades de comunicación que otras especies poseen, el lenguaje humano se distingue específicamente gracias a su sintaxis y a que es posible emitir un mensaje de distintas maneras. Es por este motivo que el lenguaje ha sido sujeto de un sinnúmero de investigaciones desde diferentes ciencias y perspectivas, contándose entre ellas la lingüística, la psicología y la neuropsicología. El acercamiento a su estudio desde el punto de vista neuropsicológico ha sido tradicionalmente sobre la base de estudios neuroanatómicos en pacientes con lesión cerebral.

Con el desarrollo de metodologías aceptadas por toda la comunidad científica, así como de las tecnologías de neuroimagen, es posible estudiar el lenguaje no sólo en condiciones de patología sino también en su desarrollo y despliegue normal.

Por ejemplo, en recientes estudios realizados con tecnologías de neuroimagen se ha determinado que las zonas corticales con funciones lingüísticas no se limitan a las de Broca y Wernicke, sino que están distribuidas a través de distintas conexiones (Rocha, Foz, & Pereira. 2015; Bedny & Caramazza, 2011).

Ahora bien, se conoce parcialmente que la alfabetización repercute en el desarrollo de las distintas funciones de lenguaje y sobre todo que la capacidad de leer y escribir genera un efecto de presión positiva para el desarrollo de distintos tipos de conectividad funcional cerebral. No obstante, se conoce muy poco sobre la manera en que la comprensión de textos influye en la comprensión de la organización sintáctica de las oraciones. Por ello se considera que la actividad del ser humano repercute en el desempeño de las funciones psicológicas, incluso en sujetos sanos (Lecours, Mehler & Parente, 1988). El objeto de estudio de la presente investigación es el patrón de activación cortical de sujetos sanos durante el procesamiento de oraciones y descubrir si existen diferencias en el funcionamiento de la comprensión del lenguaje entre personas con diferentes hábitos de lectura. Para lograrlo se pretende evaluar la

comprensión de oraciones con elementos de género y número, durante la medición electroencefalográfica.

## **1.2 Justificación (necesidad desde la neuropsicología).**

Actualmente existen investigaciones acerca del procesamiento de oraciones a nivel audioverbal en sujetos sanos, teniendo identificadas diferentes zonas corticales encargadas de llevar a cabo funciones específicas (Khoshkho, Leonard, Mesgarani, & Chang, 2018). Sin embargo, muchas de estas investigaciones se enfocan en zonas corticales y su funcionamiento ante los estímulos, sin considerar características sociales, educativas y cotidianas de los individuos que conformaron sus muestras de investigación, tampoco sus actividades rectoras de acuerdo con lo socialmente esperado, tales como hábitos de lectura y las tareas cotidianas que demanden comprensión audioverbal de los sujetos.

Algunos estudios (Ostrosky et al., 1986; Ostrosky-Solís & Lozano, 2012; Quintanar, López, Solovieva, López & Sardá, 2002) han demostrado la importancia de las experiencias personales, educativas y culturales en la formación de las características individuales de la psique de las personas. Una de las actividades que más efectos produce es la alfabetización y posteriormente la presencia o ausencia de hábitos de lectura. Estas diferencias se ven reflejadas incluso en la actividad cerebral, principalmente en el procesamiento del lenguaje oral (Takeuchi et al., 2016). Sin embargo, considerando la influencia del entorno sociocultural en el sujeto, es importante resaltar la carencia de estudios de este tipo realizados en México que brinden información acerca de las características individuales, específicamente hábitos de lectura y actividad cerebral, para así establecer un marco de referencia de la actividad cerebral durante el procesamiento del lenguaje oral en sujetos sanos en México. Además, dar a conocer los efectos de la lectura constante o falta de ella en la dinámica cerebral, específicamente en la comprensión del lenguaje oral, podría aportar un argumento más para fomentar la lectura desde etapas tempranas, pues esta actividad podría propiciar mejoras en la comprensión del lenguaje, lo cual a su vez haría más eficiente la comunicación humana. La presente investigación plantea recabar datos de hábitos lectores de los sujetos participantes para

contrastarlos con su actividad electrofisiológica durante tareas de comprensión de lenguaje.

### **1.3 Viabilidad y pertinencia.**

Desde la perspectiva de la psicología histórico-cultural, se ha establecido que el entorno sociocultural, así como la práctica frecuente de una actividad específica, repercute en el desarrollo y la configuración de la psique. Por otra parte, desde la perspectiva fisiológica y mediante la relativamente reciente tecnología de neuroimagen, se ha demostrado que ciertas zonas cerebrales se activan en mayor o menor medida que otras durante la percepción o el procesamiento de determinados estímulos o durante la ejecución de ciertas tareas (Adank y Devlin. 2010; Buchweitz, Mason, Tomitch, & Just, 2009). Sólo a partir de la última década del siglo veinte se han realizado estudios con tecnología de neuroimagen durante la ejecución de tareas, al tiempo que han considerado las diferencias socioculturales (nivel educativo, entorno familiar, estrato socioeconómico u otro factor de interés para el investigador) como variables influyentes en los resultados. El presente estudio intenta medir la influencia de un elemento socialmente formado como lo es la comprensión del lenguaje en sujetos sanos, con la finalidad de identificar su influencia sobre la organización cerebral, mediante el análisis de señales electroencefalográficas y así contribuir al estudio de la manera en que se reorganizan las funciones psicológicas por efecto de la actividad lectora. Esta idea se circunscribe dentro de la teoría histórico-cultural que supone que los procesos psicológicos son sociales por su origen. Por lo tanto, se cree que se cuenta con los suficientes elementos para considerar al trabajo con alta pertinencia, viabilidad teórica y metodológica.

### **1.4 Planteamiento del problema.**

Actualmente existen diversas investigaciones acerca del procesamiento de oraciones a nivel audioverbal en sujetos sanos, teniendo identificadas diferentes zonas corticales encargadas de llevar a cabo funciones específicas (Takeuchi et al., 2016). Por ejemplo, se dice que el área de Broca puede

participar en el procesamiento de la memoria de trabajo verbal, en el procesamiento y comprensión de oraciones complejas, proceso semántico y unificación de distintos aspectos del lenguaje (Friederici, 2009; Hagoort et al., 2007; Pulvermüller et al., 2010), por otro lado, se señala que el lóbulo temporal superior y zona premotora y motora también se ven involucradas en dicho proceso (Khoshkho, Leonard, Mesgarani & Chang, 2018; Nuttall. 2018). Los lóbulos temporales mediales y superiores intervienen en el procesamiento lexical y activación sintáctica, fonológica, semántica de información asociada con las palabras entrantes (Rogalsky et al., 2018). El lóbulo temporal anterior puede contribuir a la combinación o decodificación de información para su uso posterior (Stowe, Withaar, Wijers, Broere & Paans, 2002). Estas investigaciones han realizado aportes para la comprensión del funcionamiento cortical durante el procesamiento del lenguaje, específicamente de oraciones que contienen elementos de género y número. A su vez, la lectura se encuentra íntimamente ligada a la comprensión del lenguaje.

El hábito de la lectura propicia una más eficiente sociocognición en el individuo (Dodell-Feder & Tamir, 2018), así como desarrollo de habilidades de comprensión inferencial en mayor medida que aquellas personas que no tienen hábitos de lectura (Elleman, 2017). Además, se han encontrado correlaciones positivas entre los hábitos lectores y el funcionamiento de la memoria de trabajo (Peng et al., 2018). De la misma forma, la práctica constante de la lectura propicia el involucramiento en actividades literarias e incrementa la tendencia a seguir leyendo a lo largo de la vida (Kim, 2007). En cuanto al origen y desarrollo del hábito lector, Yusof (2010) afirma que inicialmente no se fomenta mediante la recomendación directa, sino que factores familiares como el interés, los hábitos de lectura de los cuidadores primarios y los ingresos de estos repercuten de manera directamente proporcional. Respecto a las repercusiones que los hábitos de lectura tienen en el funcionamiento cerebral, se han descubierto efectos positivos en el funcionamiento de la materia blanca, específicamente en las zonas del fascículo arqueado, fascículo fronto-occipital inferior izquierdo, y en la corona radiata posterior izquierda. Asimismo, estudios posteriores descubrieron una correlación positiva entre la fuerza de los hábitos lectores y la comprensión auditiva (Takeuchi, et al., 2016). Los estudios descritos presentaron datos contundentes acerca de los efectos positivos de los hábitos lectores en los

individuos tanto a nivel social como psicofisiológico. Sin embargo, dichos estudios fueron realizados en países europeos, asiáticos y anglosajones en los cuales las normas sociales y la cultura a la que el individuo necesita adaptarse son distintas a las mexicanas. Otro factor que considerar reside en la cantidad de libros leídos al año por los habitantes de los países en los cuales los estudios se llevaron a cabo, pues en general el promedio de libros leídos al año por una persona mexicana es menor. Estos aspectos socioculturales impiden considerar válidos o aplicables a México los resultados de las investigaciones mencionadas. Previamente ya se ha mencionado que los hábitos lectores tienen amplias repercusiones en la sociocognición, en las funciones psicológicas superiores y meramente en el funcionamiento cerebral. Es por esta razón que es necesario conocer las repercusiones de la lectura en la población mexicana. La presente investigación plantea contrastar la actividad electrofisiológica en sujetos sanos, con hábitos y sin hábitos lectores, durante la comprensión de oraciones presentadas en la modalidad oral.

## **2. Enfoque teórico – metodológico.**

### **2.1 Antecedentes.**

Hasta ahora se sabe que el proceso de comprensión del lenguaje depende de diversos factores, como lo son las funciones mnésicas (Kuperberg, 2007) o la adecuada interiorización de la estructura gramatical (Hammer, 2005) y mirando hacia aspectos culturales, el grado académico (Quintanar, López, Solovieva & Sardá, 2002). Sin embargo, recientemente se ha descubierto que la comprensión del lenguaje también es una de las esferas de la psique en las que la alfabetización repercute (Many et al., 1999). Aún no se ha investigado mucho al respecto, pero una de las aristas descubiertas de este tema es la diferencia en la comprensión del lenguaje entre personas con hábitos lectores y personas que no los tienen. Los estudios presentados hasta ahora en otros países sugieren que las personas con hábitos lectores manifiestan mejor comprensión del lenguaje oral que aquellas personas que no desarrollan dicho hábito (Chateau, & Jared, 2000). El promedio de lectura de libros de la población mexicana es de 5.3 libros al año (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes

[CONACULTA]; Secretaría de Educación Pública [SEP], 2015). Por esta razón puede considerarse que una persona mexicana posee hábitos lectores cuando lee cinco o más libros al año, asimismo puede considerarse que una persona no posee este hábito si la cantidad de libros que lee al año no supera esta cifra.

Tiempo antes de conocer todos los factores mencionados que influyen en el lenguaje, específicamente su comprensión, ha sido estudiado con distintas tecnologías de neuroimagen, como resonancia magnética funcional (Sakai, Hashimoto & Homae, 2001), potenciales relacionados a eventos (ERP's, por sus siglas en inglés), principalmente estudios comparativos entre grupos de distintas edades mediante exposición a tareas con incongruencias sintácticas (Kemper & Kliegl, 1999).

Alexander Luria (1986) describió de manera detallada la estructura de la actividad psicológica, así como la identificación de las estructuras corticales que las sustentan. A primera vista, puede parecer que Luria argumentara el análisis del procesamiento audioverbal de la misma forma que muchos localizacionistas. No obstante, retomando nociones pavlovianas, también planteó que el análisis y síntesis de las aferencias es ejecutado por un "mosaico" de sectores activados y desactivados del sistema nervioso, cuya principal característica consiste en que se apoya en una constelación dinámica de eslabones, situados en diferentes niveles del sistema nervioso y que, estos eslabones, pueden cambiar, aunque la propia tarea no se inmute. Dicha constelación es denominada como sistema funcional (Luria, 1979). Bajo este razonamiento, establece que las zonas temporales secundarias del hemisferio izquierdo (21 y 22 de Brodmann) se encuentran altamente involucradas en la discriminación de sonidos propios del lenguaje y por otro lado la zona premotora izquierda (6 y 8 de Brodmann) interviene en la integración en el tiempo de impulsos eferentes, propiciando el adecuado funcionamiento del aspecto motor del lenguaje, asimismo el lóbulo frontal bilateral, cuya primera función es regular el estado de la actividad, así como de la activación basada en el lenguaje. Usando la misma lógica, también describió la estructura psicológica de la actividad lectora identificando las zonas secundarias de la corteza visual, la cual como su nombre indica, sintetiza estímulos visuales, los codifica y los transforma en sistemas complejos. En otras palabras, las zonas secundarias de la corteza visual transforman la información somatotópica proyectada, combina los estímulos visuales aislados para

organizarlos funcionalmente y así generar las bases de la percepción visual, garantizando además la percepción visual integral de elementos complejos. Este proceso permite la comprensión de un texto completo. Otra zona cortical que participa en el proceso de la lectura es la zona secundaria temporal izquierda (dominante), facilitando el reconocimiento de letras y su discriminación de letras con contorno similar. De acuerdo con Luria, la interacción de estas dos zonas permite la actividad lectora, cuya característica distintiva es la extracción de los fonemas desde la psique para la posterior asignación de significado a cada grafema. El lector debe anticiparse al percibir cada letra para así pronunciarlas correctamente en su contexto (Luria, 1978).

### **2.1.1 Neuroimagen, comprensión de oraciones y lectura.**

Diversos métodos de análisis en investigaciones se han llevado a cabo para conocer la relación entre el nivel de lectura, la comprensión verbal y el funcionamiento cerebral. Estudios han comparado el desempeño de reconocimiento fonológico de estudiantes universitarios con alto y bajo nivel de exposición a impresiones mediante tareas de elección homófona, decisión lexical y nombramiento de pseudopalabras, encontrando que, incluso entre estudiantes muy exitosos (es decir, estudiantes de secundaria que llegan a la universidad), aquellos que leen mucho por placer tienen procesos de reconocimiento de palabras más eficientes que los estudiantes que leen mucho menos. Las diferencias significativas entre los participantes de exposición de alta y baja impresión fueron encontradas tanto en las tareas fonológicas como en las tareas ortográficas, a pesar de que los dos grupos de participantes coincidieron en la comprensión lectora (Chateau & Jared, 2000).

Otra investigación realizada en Japón utilizó estudios de anisotropía funcional para medir las propiedades microestructurales de la sustancia blanca de niños de edades desde los 5 a los 18 años de edad durante la aplicación de la versión japonesa de la escala de inteligencia de adultos Wechsler – tercera edición (WAIS-III) para sujetos de 16 años o más y la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños-Tercera Edición (WISC-III) para sujetos menores de 16 años, se calculó la subpuntuación de comprensión verbal con la escala completa de CI, la subpuntuación de la organización perceptual, la subpuntuación de

memoria de trabajo y la subpuntuación de velocidad de procesamiento para cada sujeto de sus puntuaciones de WAIS y WISC respectivamente, se comparó la comprensión verbal de sujetos de manera transversal y longitudinal, observando que una mayor fuerza del hábito de lectura afectó positivamente el resultado de la anisotropía funcional en el fascículo arqueado izquierdo, en el fascículo fronto-occipital inferior izquierdo y en la corona radiata posterior izquierda. Dicha investigación afirma confirmar la tendencia de una correlación positiva entre la fuerza del hábito de lectura y la puntuación de comprensión verbal, así como que un hábito de lectura saludable puede estar directa o indirectamente asociado con el desarrollo avanzado de materia blanca para los procesos de lectura y lenguaje (Takeuchi et al., 2016).

De igual forma que en la experimentación con la comprensión de estructuras gramaticales, se han realizado experimentos con violaciones gramaticales para determinar tiempos de reacción y zonas cerebrales que se activan durante la comprensión de oraciones con elementos de género y número (Igoa, García-Albea & Sánchez-Casas, 1999). En cuanto a la electroencefalografía, los potenciales relacionados a eventos (PREs) son ampliamente utilizados. En otra investigación, Bañón, Fiorentino y Gabriele (2012) utilizaron los PREs para examinar el grado de impacto de la distancia estructural en el procesamiento de concordancia de género y número en oraciones en español. Las violaciones de concordancia de género y número presentaron una actividad positiva a los 600 ms y entre los 400 y 900 ms, constituyéndose esta como una actividad asociada al procesamiento morfosintáctico. No se observó ninguna diferencia de amplitud entre violaciones de género y número, sugiriendo que ambos aspectos son procesados similarmente a nivel cerebral.

### **2.1.2 Electroencefalografía de la comprensión de oraciones con elementos de género y número.**

Al comprender una oración en tiempo real mediante la vía audioverbal, el oyente debe combinar el significado individual de cada palabra con la estructura sintáctica a la que las palabras pertenecen para decodificar el mensaje que la oración completa transmite. Los modelos teóricos que han estudiado este

fenómeno son principalmente lingüísticos y suponen que la estructura sintáctica juega el papel principal para dicha decodificación, dando sentido a la oración (Chomsky, 1965; Chomsky, 1981; Jackendoff, 2007). El género y el número de un pronombre de objeto directo se basan en el género y el número del nombre al que se refiere. El género gramatical es una propiedad intrínseca del elemento léxico del que se habla en la oración, mientras que el número es una característica no intrínseca de los sustantivos basada en el nivel conceptual de la cantidad (Dispaldro, Ruggiero & Scali, 2015). Estudios recientes indican que el cerebro humano atiende y usa señales de género gramaticales durante la comprensión de oraciones. Muchos de esos estudios utilizan oraciones con violaciones gramaticales, es decir, elementos de género o de número que son incongruentes con el resto de la oración (Ute, Dawn & Pascal, 2017; Anton-Mendez, Nicol & Garret, 2002; De Vincenzi, 1999). Sin embargo, recientemente se investigó la comprensión de las cláusulas relativas a los objetos con niños de habla inglesa, donde se manipularon las características numéricas y de género de los sujetos y los objetos. Descubrieron que las condiciones numéricas siempre eran más precisas que las condiciones de género (Adani, Van Der Lely, Forgiarini y Guasti, 2014). Lo anterior podría indicar que la actividad eléctrica cortical manifiesta diferencias entre la comprensión de oraciones con elementos de género y comprensión de oraciones con elementos de número.

Respecto a la respuesta electroencefalográfica, se han realizado estudios en distintos países con estímulos audioverbales con congruencia e incongruencia gramatical del género o del número respecto al resto de la oración, ofreciendo evidencia de que los elementos P600 y N400 están íntimamente relacionados con la comprensión gramatical y semántica (Kuperberg, 2007; Loerts, Stowe & Schmid, 2013; Lemhöfer, Schriefers & Indefrey, 2014), los cuales han sido ubicados en zonas corticales posteriores. Hammer (2005) realizó experimentos en los que expuso a sujetos a oraciones sintácticamente correctas y oraciones con violaciones sintácticas en las cuales alteró el género del pronombre del sujeto de la oración, obteniendo un efecto P600 en los registros electroencefalográficos de las oraciones con dichas violaciones. Por su parte, Mancini (2011) estimuló a sujetos con oraciones con violaciones numéricas del sujeto, así como con oraciones con violaciones en el sujeto mismo, obteniendo el efecto P600 en la corteza anterior izquierda durante las oraciones con

violaciones numéricas y P600 en la corteza posterior para oraciones con violaciones en el sujeto, concluyendo que la comprensión del elemento numérico del sujeto de la oración es un proceso distinto al de la comprensión del sujeto en sí mismo. Asimismo, Loerts, Stowe y Schmid (2013) estimularon a sujetos con oraciones habladas que fueron correctas o contenían violaciones de concordancia de género en el artículo o adjetivo del sustantivo. Las violaciones de género provocaron una clara P600 que indica los procesos de reparación o reanálisis evocados por el desajuste de género. Por otra parte, algunos estudios han expuesto a sujetos a oraciones con elementos de género concordantes con el resto de la oración y medido el tiempo que tarda la activación cortical de la comprensión (Wicha, Moreno & Kutas, 2004).

## **2.2 Concepción teórico metodológica.**

En su tiempo, A.R. Luria se acercó a las soluciones de las interrogantes del funcionamiento cerebral ante el procesamiento del lenguaje de una manera nueva. Las estructuras cerebrales responsables de la realización de las funciones psicológicas son formaciones altamente diferenciadas, unidas en diversos sistemas de interacción entre ellas, los cuales unen los niveles cerebrales, tanto corticales como subcorticales. El cerebro, como sustrato de los procesos psicológicos, se organiza de acuerdo con muchos principios sistémicos: proyectivo, asociativo, regulatorio, etc. Lo que se debe relacionar con las estructuras cerebrales específicas, no son las funciones psicológicas como una unidad, sino sus eslabones determinados, sus parámetros (aspectos), cuya realización se da con ayuda de los procesos fisiológicos correspondientes (Xomskaya, 2002). En este ámbito, la neuropsicología histórico-cultural, específicamente la descripción que Luria propone, describe la estructura psicológica de la comprensión auditiva del lenguaje como mecanismos elementales que trabajan de manera secuencial para lograr la decodificación lingüística, además de relacionarlos con estructuras cerebrales de la siguiente forma:

La primera condición para la decodificación del habla que percibimos es el aislamiento de sonidos precisos hablados o fonemas del flujo de habla que alcanza al sujeto. Las zonas secundarias del córtex temporal

(auditivo) del hemisferio izquierdo ejercen un papel fundamental en este proceso. Con su sistema de conexiones con las zonas postcentrales (cinestésica) e inferiores del córtex premotor, las zonas posterosuperiores de la región temporal izquierda están particularmente adaptadas para el aislamiento e identificación de las características fonémicas fundamentales. El siguiente estadio en el lenguaje impresivo es la comprensión del significado de una frase completa o una completa expresión verbal conexa. La primera condición esencial para la descodificación del lenguaje narrativo es la retención de todos los elementos de la expresión en la memoria verbal. La segunda condición esencial para la comprensión del lenguaje narrativo es la síntesis simultánea de sus elementos, y la capacidad no sólo de retener todos los elementos de la estructura del lenguaje narrativo, sino también de ser capaz de “examinarla” simultáneamente e integrarla en un esquema lógico simultáneamente percibido. Esta condición no es igualmente esencial para la comprensión de expresiones que difieren en su estructura. No es esencial de modo alguno para la comprensión de muchas formas de lenguaje narrativo simple, que no incluyen relaciones gramaticales complejas. Contrariamente, este examen simultáneo y esta integración de esquemas lógicos simultáneos son absolutamente esenciales para la comprensión de las construcciones verbales que incorporan relaciones lógico-gramaticales complejas, expresadas con la ayuda de preposiciones, terminaciones de caso (desinencias) y orden de las palabras. En este tipo de proceso de descodificación las zonas parieto-occipitales (o temporo – parieto - occipitales) del hemisferio izquierdo ejercen un papel muy importante. La tercera y más importante condición para la comprensión del lenguaje narrativo y la descodificación de su significado es el análisis activo de sus elementos más significativos. Este análisis activo apenas se requiere para la descodificación de frases simples y las formas más elementales del lenguaje narrativo. Sin embargo, es una condición absolutamente indispensable para descodificar el significado de frases complejas o, más especialmente, para la comprensión del significado general y, en particular, el doble sentido de una secuencia narrativa. Bastará con recordar los complejos

movimientos de búsqueda de los ojos y la repetición de la lectura de segmentos del texto, efectuados por una persona que lee un texto difícil y que intenta extraer sus aspectos esenciales y captar el significado general, para darse cuenta de la importancia de este comportamiento activo en la decodificación de la información compleja. La conducta de búsqueda activa, que requiere la integridad de una intención estable, la formación de un programa o las acciones apropiadas, y el examen de su curso, es realizada con la íntima participación de otras zonas cerebrales, y que la inclusión de las zonas apropiadas de las zonas frontales dentro del sistema es una condición esencial para la ejecución de esta actividad de búsqueda activa (Luria, 1979. pp. 306-309).

### **2.2.1 Mecanismo psicofisiológico y sistema funcional complejo.**

Como ya se mencionó previamente, de acuerdo con esta concepción, para que la comprensión auditiva del lenguaje sea posible, requiere del adecuado funcionamiento de los sectores cerebrales corticales y subcorticales identificados.

Uno de los logros de la ciencia fisiológica moderna es la revisión radical del concepto 'función', que conduce a nuevos puntos de vista sobre su localización. La 'función' ha dejado de entenderse como una propiedad directamente relacionada con el trabajo de ciertas células altamente especializadas de uno u otro órgano. Sobre la base de la idea de los reflejos de I. P. Pavlov, la 'función' se ha empezado a interpretar como el resultado de la compleja actividad refleja que agrupa en un trabajo conjunto, un "mosaico" de sectores excitados e inhibidos del sistema nervioso, los cuales realizan el análisis y la síntesis de las señales que llegan al organismo, que elaboran el sistema de las conexiones temporales asegurando con ello el "equilibrio" del organismo con el medio. Precisamente por esto ha cambiado también en forma radical la representación que se tenía de la 'localización de las funciones', la cual se ha empezado a considerar como la formación de complejas 'estructuras dinámicas' o 'centros combinatorios', consistentes en un 'mosaico' de puntos muy distantes en el sistema nervioso, unidos por un

trabajo común (Pavlov, I., citado en Luria, 1986). De acuerdo con esta concepción, la "función", en el sentido a que nos referíamos últimamente, es en realidad un sistema funcional (concepto introducido por P. K. Anojin), destinado a cumplir una tarea biológica determinada y asegurado por un complejo de actos intervinculados que, al final, conducen al logro del efecto biológico correspondiente. El rasgo sustancial del sistema funcional consiste en que, por lo común, se apoya en una constelación dinámica de eslabones, situados en diferentes niveles del sistema nervioso y que, estos eslabones, pueden cambiar, aunque la propia tarea no se inmute (Luria, 1986. pp. 24-25).

### **2.2.2 Diferencias individuales de acuerdo con la actividad.**

Actualmente los profesionales de la salud se enfrentan a un gran número de pacientes provenientes de grupos étnicos y culturales diferentes al propio. Es por esto por lo que dentro del campo de la Neuropsicología hay una necesidad de realizar evaluaciones y diagnósticos confiables y culturalmente adecuados. El contar con conocimientos acerca de cómo influyen los factores de edad, escolaridad y cultura hacen posible que la evaluación neuropsicológica sea confiable y objetiva. Sin embargo, en Latinoamérica pocas veces se toman en cuenta estos aspectos y se utilizan pruebas neuropsicológicas desarrolladas en otros países las cuales sólo se traducen y se utilizan las normas originales. Obviamente, este procedimiento invalida los resultados obtenidos con dichas pruebas. Debido a la influencia del nivel sociocultural en las funciones cognoscitivas, y al alto índice de analfabetismo en Latinoamérica, la evaluación de este tipo de población debe adaptarse a las necesidades específicas, por ejemplo, contar con normas para distintos rangos de escolaridad, incluyendo personas analfabetas o adaptación de ítems para que sean culturalmente relevantes. Como ya se ha mencionado, los factores de la cultura, de escolaridad y edad tienen implicaciones para el diagnóstico de un gran número de patologías (Ostrosky-Solís & Lozano, 2012).

Existen otras aproximaciones que consideran factores socioculturales (educativos, históricos, geográficos, etc.). Por ejemplo, la aproximación de la actividad en psicología, la cual se basa en que a medida que las condiciones de

vida se hacen más complejas, la psique también adquiere una estructura cada vez más compleja y se desarrolla. La actividad es el proceso de interacción del hombre con el mundo externo y de solución de problemas importantes para la vida. La aproximación de la actividad comprende a la psique como una forma de actividad vital del sujeto, que garantiza la solución de problemas determinados durante el proceso de interacción con el mundo. El hombre realiza no sólo las acciones prácticas externas, sino también las acciones psíquicas. El significado del maestro consiste precisamente en transmitir la experiencia social a la nueva generación. La enseñanza y la educación son tipos de actividad del hombre organizados especialmente durante la cual se asimila la experiencia de las generaciones anteriores. No obstante, en la psicología hay partidarios de la predeterminación biológica del desarrollo psicológico del hombre. Ellos consideran que la fuente de las capacidades humanas se determina a través de sus características innatas de manera inmediata y que la enseñanza y la educación sólo pueden ayudar para descubrirlas y realizarlas (Talizina, 2009). Desde la perspectiva biologicista es posible establecer que sin importar las actividades que el sujeto realice, la psique tendrá las mismas características y la educación lo único que logrará será pulirlas. Sin embargo, el desarrollador del presente trabajo de investigación plantea que las características de la psique pueden moldearse, tal como lo plantea Talizina (2009), y esto repercute en varias funciones psicológicas superiores, como el lenguaje, la lectura, la escritura y en el aspecto en que se hace énfasis en este trabajo: la comprensión del lenguaje oral.

### **2.2.3 El lenguaje desde la perspectiva histórico-cultural.**

En un cierto momento las líneas del desarrollo del lenguaje y el desarrollo del pensamiento, que han seguido diferentes caminos, parece que se encuentran, se cruzan y es entonces cuando se interceptan mutuamente. El lenguaje y los significados de las palabras se han desarrollado por vía natural y la historia del desarrollo psicológico del significado de la palabra nos ayuda a esclarecer, hasta un cierto punto, cómo transcurre el desarrollo de los signos, cómo aparece por vía natural el primer signo, cómo sobre la base del reflejo condicionado se realiza la dominación del

mecanismo de la designación, cómo surge, a partir de este mecanismo, un fenómeno nuevo que parece salirse de los límites del reflejo condicionado. Las investigaciones genéticas demuestran que cada palabra tiene su imagen, y aunque en muchos casos esté oculta, se puede reproducir la etimología de cada una de ellas. Cada frase nuestra y todo nuestro lenguaje tienen significado figurado. Al igual que ocurre en el desarrollo de nuestro lenguaje, las palabras no se originan arbitrariamente, sino siempre en forma de signo natural relacionado con una imagen o una operación; en el lenguaje infantil los signos no aparecen como inventados por los niños: los reciben de la gente que les rodea y tan sólo después toman conciencia o descubren las funciones de tales signos. Y para que un estímulo se transforme en signo psicológico debe poseer asimismo ciertas propiedades psicológicas. Cabe decir, en la forma más general, que un estímulo se convierte en signo natural, en símbolo natural, cuando el niño abarca una misma estructura con todos los elementos que con ella se relacionan. (Vigotsky, 1995. pp. 135-142).

Vigotsky (1986) también plantea que la experiencia directa con la realidad no es la única que puede ejercer una influencia en la configuración de la psique, sino que el arte y la lectura repercuten en el desarrollo de la psique, lo cual implica que el funcionamiento de las funciones psicológicas superiores se ven influidas por estos estímulos culturales.

### **3. Desarrollo de investigación.**

#### **3.1 Objetivo general**

- Caracterizar los patrones de activación eléctrica cortical en sujetos sanos, con hábitos lectores y sin hábitos lectores, durante la escucha de oraciones con concordancia de género y número.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Obtener espectros de potencia durante la escucha de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos con hábitos lectores.

- Obtener espectros de potencia durante la escucha de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos sin hábitos lectores.
- Contrastar los espectros de potencia durante la escucha de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos con y sin hábitos lectores.
- Identificar las zonas cerebrales que garantizan la comprensión de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos con hábitos lectores.
- Identificar las zonas cerebrales que garantizan la comprensión de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos sin hábitos lectores.
- Contrastar las zonas cerebrales que garantizan la comprensión de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos con y sin hábitos lectores.
- Caracterizar la conectividad cortical en los sujetos sanos con y sin hábitos lectores durante la comprensión de oraciones con concordancia de género y número.

### **3.3 Hipótesis**

General:

Se podrán apreciar diferencias significativas en los patrones de activación corticales durante la escucha de oraciones en sujetos con y sin hábito lector.

Específicas:

- Los sujetos con hábitos lectores manifestarán menor potencia absoluta en las regiones TPO durante la estimulación con oraciones de género y número que los sujetos sin hábitos lectores.
- El patrón de activación cortical durante el procesamiento de oraciones con elementos de género y número, estará constituido por las zonas temporal izquierda, occipital izquierda y premotora izquierda.

### 3.4 Método de investigación

#### 3.4.1 Tipo y diseño de la investigación.

Se realizó una investigación experimental comparativa de tipo transversal.

#### 3.4.2 Muestra

Se captaron 12 sujetos, de los cuales 6 fueron viables para el análisis electroencefalográfico y posteriormente estadístico. 3 de ellos conformaron el grupo con hábitos lectores y los otros 3 el grupo sin hábitos lectores. Los sujetos contaron con las siguientes características:

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN
Escolaridad mínima de secundaria	Escolaridad menor a secundaria
Tener una edad entre 18 y 46 años	Sujetos menores de 18 o mayores de 46 años
Tener una preferencia manual diestra	Tener una preferencia manual zurda
Hablante hispano	Hablante no hispano
No tener antecedentes de adicciones o alcoholismo	Presencia de antecedentes de adicciones alcoholismo
No tener antecedentes de trastornos psiquiátricos o neurológicos	Presencia de antecedentes de trastornos psiquiátricos o neurológicos
No tener antecedentes de TCE o ECV	Con antecedentes de TCE o de ECV
	Con trastornos físicos que le impidan ejecutar las tareas del paradigma

Es importante destacar que las tres personas que constituyeron al grupo de sujetos con hábitos lectores eran adultos jóvenes, dos de 26 y otro de 25 años, los dos de 26 años eran estudiantes de maestría, becados por CONACYT y el sujeto de 25 años con educación superior concluida. Una de las personas que constituyó el grupo de sujetos sin hábitos lectores tenía 26 años y se desempeñaba como cerrajero. Otra persona perteneciente a este grupo tenía 46 años y se desempeñaba como conserje en un colegio de educación básica y la tercera persona tenía 26 años y contaba con educación superior terminada.

### **3.4.3 Instrumentos / técnicas.**

### **3.4.4 Equipo e instrumentos de evaluación utilizados.**

En la investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Evaluación neuropsicológica breve para adultos (Quintanar y Solovieva, 2013).
- Software de estimulación electroencefalográfica stim2.
- Equipo de registro electroencefalográfico constituido por un gorro con 32 electrodos, dos equipos de cómputo y un amplificador de señales electroencefalográficas Synamps.
- Paradigma experimental: construido en el software stim2, basado en la sección de oraciones de género y número de la prueba de evaluación clínico neuropsicológica de la afasia puebla-sevilla (Quintanar, Solovieva, León-Carrión, 2011). El paradigma de 88 estímulos, el cual consistió en que el sujeto escuche una oración, e inmediatamente después se le presenten tres imágenes (correspondiente, cercana, lejana) y un cuadro en blanco en un monitor. El sujeto tuvo en su poder un control con cuatro botones y debió presionar el botón correspondiente a la imagen que correspondiera a la oración que escuchó.
- Monitor.
- Habitación sonoamortiguada y con luz tenue.
- Bocinas.

- Cuestionario “módulo de lectura (MOLEC)” (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2015)
- Software estadístico SigmaPlot para realizar gráficas de los resultados.

### 3.4.5 Descripción del experimento.

Se realizó una investigación comparativa de tipo transversal. El experimento consistió en aplicar una versión computarizada y extendida con mayor cantidad de ítems de la sección de oraciones de género y número de la prueba de Evaluación Clínico Neuropsicológica de la Afasia Puebla-Sevilla (Quintanar, Solovieva, León-Carrión, 2011), durante el registro electroencefalográfico del individuo.

La secuencia de estímulos consistió en 88 oraciones de cuatro mil milisegundos de duración cada una. Al finalizar cada oración, en la pantalla frente al sujeto se mostraron tres imágenes y un cuadro en blanco de forma simultánea. El sujeto debía elegir la imagen que mejor representara a la oración que acababa de escuchar, presionando uno de los cuatro botones de un control que tenía en sus manos. En caso de no encontrar una imagen que cumpliera este criterio, debía seleccionar el cuadro en blanco también mediante el control. En la figura 1 y figura 2 se presentan ejemplos de las oraciones con elementos de género y número, así como de los estímulos visuales.

**Figura 1. Ejemplo de oraciones con elementos de género y sus opciones de respuesta.**

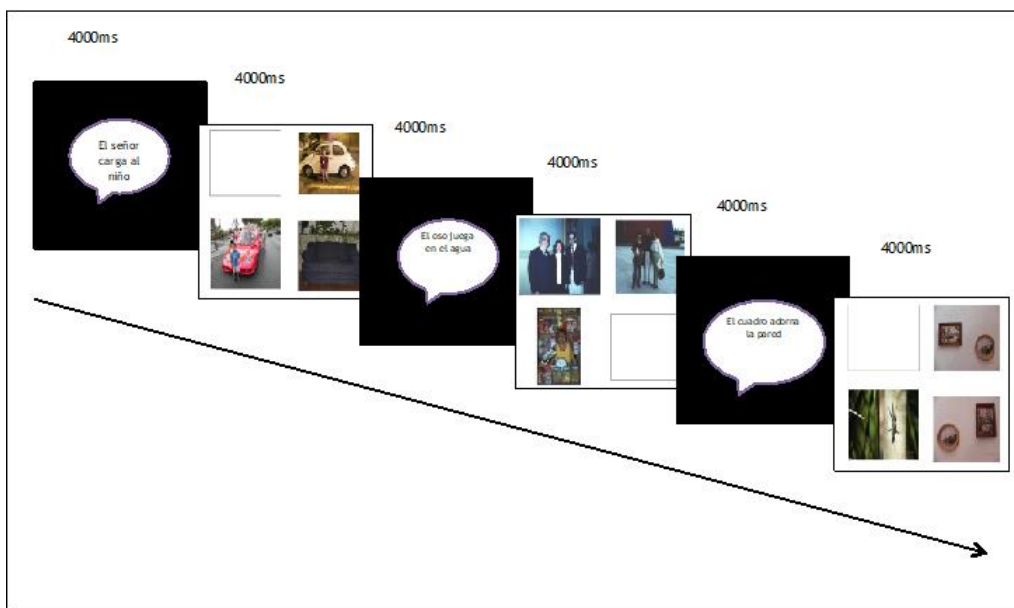
El niño come pasta.	La niña come pasta.
	

**Figura 2. Ejemplo de oraciones con elementos de número y sus opciones de respuesta.**

La guacamaya está sobre el señor.	Las guacamayas están sobre el señor.
	

Cada conjunto de imágenes se mostraba durante cuatro mil milisegundos y al finalizar ese lapso, habiendo respondido o no, automáticamente desaparecía e iniciaba la siguiente grabación. En la figura 3 se muestra una representación gráfica de la secuencia de estímulos.

**Figura 3. Estructura de la secuencia de ítems que conformaron el paradigma.**



### 3.4.6 Análisis de datos

La evaluación neuropsicológica se llevó a cabo el mismo día de la medición electroencefalográfica de cada sujeto, con la finalidad de descartar daño cerebral. Dicha evaluación se realizó mediante la aplicación de la evaluación neuropsicológica breve para adultos (Quintanar y Solovieva, 2009).

Los datos de la actividad electrofisiológica fueron grabados utilizando un montaje de 32 derivaciones de acuerdo con el sistema internacional 10-20 y todos los electrodos fueron alineados a Cz, sin embargo la cantidad de canales analizados se redujo a 20. Los datos fueron almacenados para su análisis empleando el software SynAmps 2. La amplitud de resolución fue de 0.1  $\mu$ V y la impedancia se conservó por debajo de los 5K  $\Omega$ . Después de eliminar los registros de EEG que no pudieron ser analizados, se presentan a continuación, datos comparativos de los 2 grupos, uno con hábitos lectores (cinco o más libros al año) y otro sin hábitos lectores (menos de cinco libros al año). Cada grupo está compuesto por tres sujetos.

La transformada rápida de Fourier, la separación de las bandas y la separación de cada estímulo por tiempos, se llevaron a cabo mediante el software BrainVision Analyzer 2.0 y los análisis estadísticos de dichos datos se realizaron mediante el software gráfico y estadístico SigmaPlot, así como GraphPad Prism 7.02. Se emplearon medidas de tendencia central para comparar los promedios de los voltajes de las diferentes bandas entre los pacientes, así como U de Mann-Whitney para determinar la existencia de diferencias entre las medias muestrales.

Es importante resaltar que los datos presentados a continuación no fueron limpiados de artefactos (actividad eléctrica de movimientos oculares y musculares faciales) debido a que se intentó apreciar la actividad eléctrica global que se generó en los sujetos al responder el paradigma experimental.

Los datos de EEG fueron separados en épocas de 8000 milisegundos, correspondientes a la duración total de cada ítem. Estas épocas fueron a su vez segmentadas en fragmentos de 4000 milisegundos, siendo los primeros 4000 milisegundos correspondientes a la estimulación auditiva y los últimos 4000 a la tarea cognoscitiva, la cual consistió en seleccionar la imagen correspondiente a la oración escuchada durante la estimulación auditiva. El paradigma

experimental fue montado en el software de estimulación Stim2 (Intelimed, 2004) basado en el apartado de oraciones con elementos de género y número de la Evaluación Clínico-Neuropsicológica de la Afasia Puebla-Sevilla (Quintanar, Solovieva, León-Carrión, 2011).

### **3.4.7 Variables.**

Independientes:

- Hábitos lectores.

Dependientes:

- Patrones de activación cortical.

### **3.4.8 Técnicas para el análisis de los datos.**

- Los datos obtenidos de la evaluación neuropsicológica se obtuvieron por medio de la Evaluación Neuropsicológica Breve para Adultos (Quintanar y Solovieva, 2009). Dichos datos se analizaron bajo los principios del análisis sindrómico de Luria.
- Los datos electroencefalográficos fueron analizados obteniendo espectros de potencia.
- Se realizó una conversión de los datos electroencefalográficos mediante la función LORETA del programa Analyzer para ser presentados gráficamente en forma similar a las imágenes producidas por un resonador magnético.

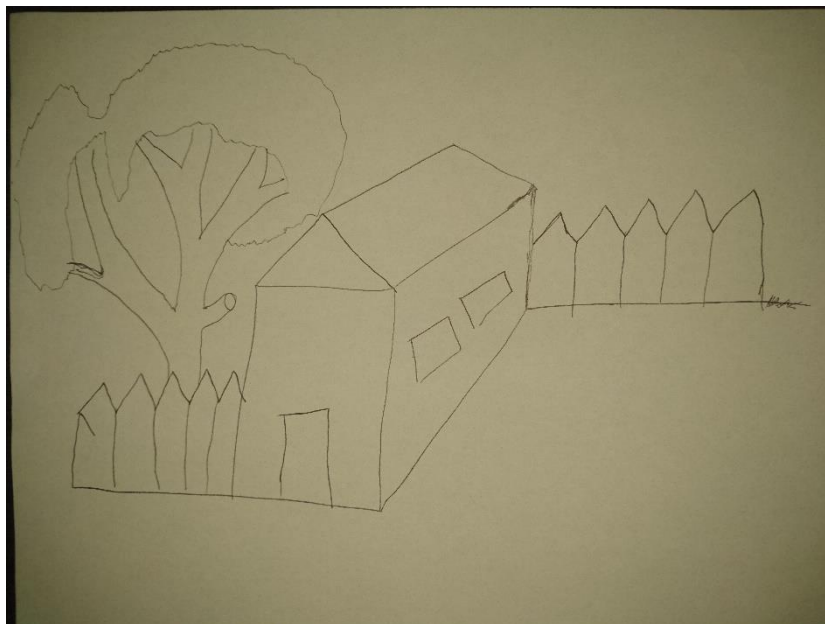
## **4. Resultados**

### **4.1 Comparación de resultados de screening neuropsicológico.**

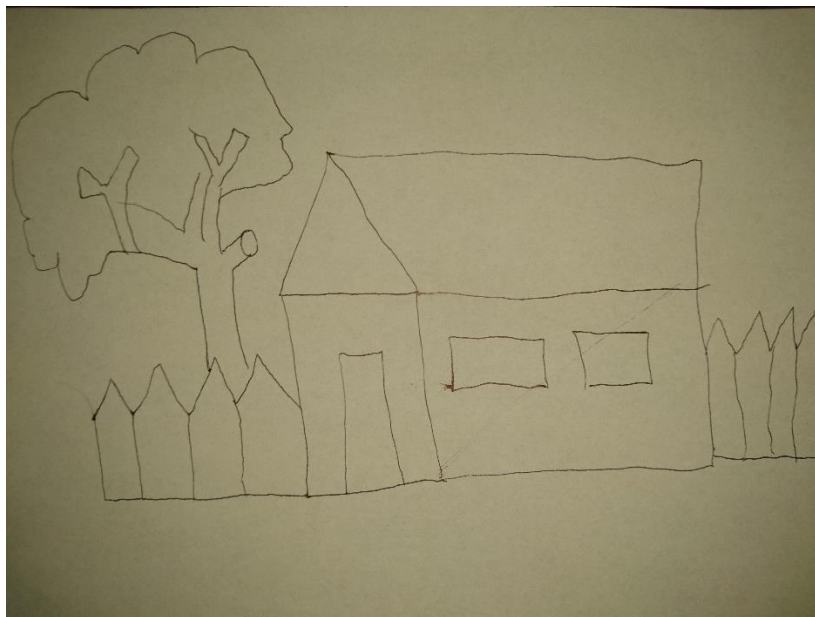
Los resultados del screening 'evaluación neuropsicológica breve para adultos' (Quintanar y Solovieva, 2009) no revelaron dificultades en ninguno de los apartados que conforman esta prueba en el grupo con hábitos lectores. Por otra parte, los mismos resultados arrojan que los sujetos con hábitos lectores no manifiestan ningún tipo de alteración en los mecanismos psicofisiológicos

mientras que los sujetos sin hábitos lectores manifiestan ligeras dificultades en el mecanismo de organización secuencial motora, manifestándose principalmente en la transición de posiciones durante la ejecución de secuencias motoras manuales. Asimismo, no accedieron a representar gráficamente la perspectiva de fondo en forma gráfica, lo cual reflejó un estado no óptimo del mecanismo psicofisiológico de análisis y síntesis espaciales simultáneas.

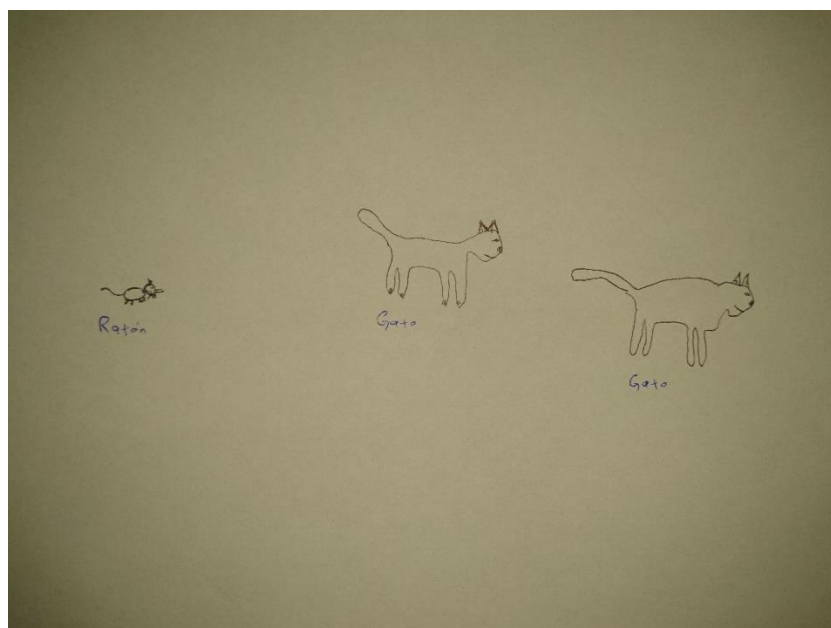
**Figura 4. Dibujo de casa con perspectiva de fondo de un sujeto con hábitos lectores.**



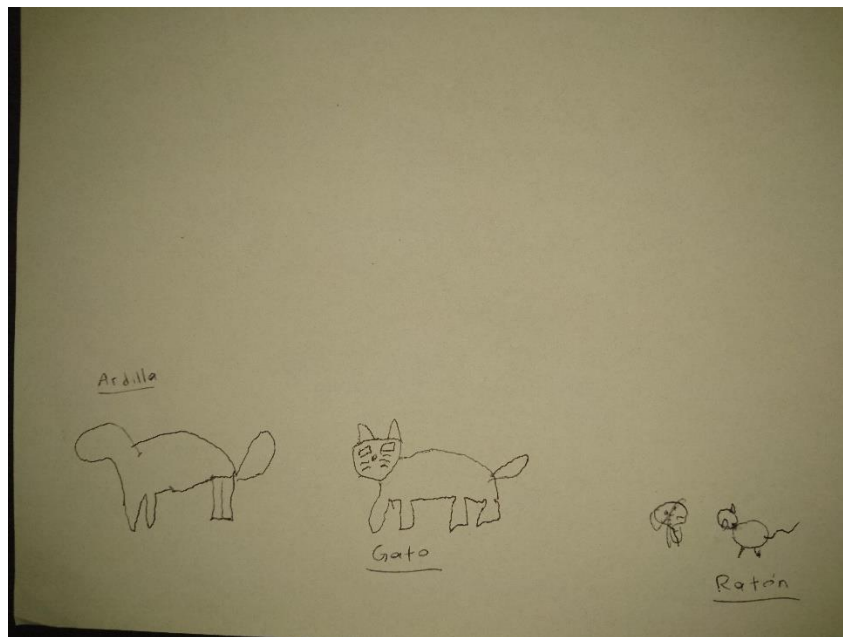
**Figura 5. Dibujo de casa con perspectiva de fondo de un sujeto sin hábitos lectores.**



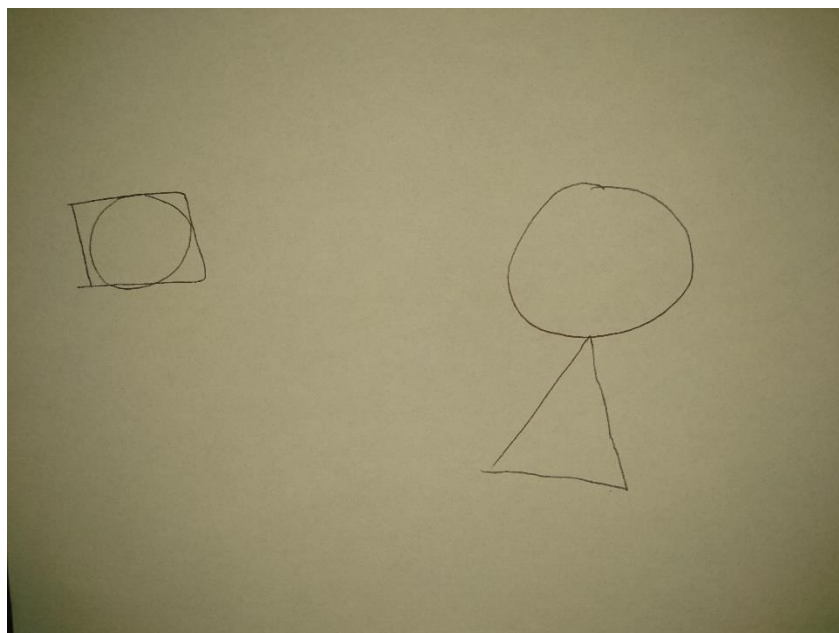
**Figura 6. Dibujo de animales de un sujeto con hábitos lectores.**



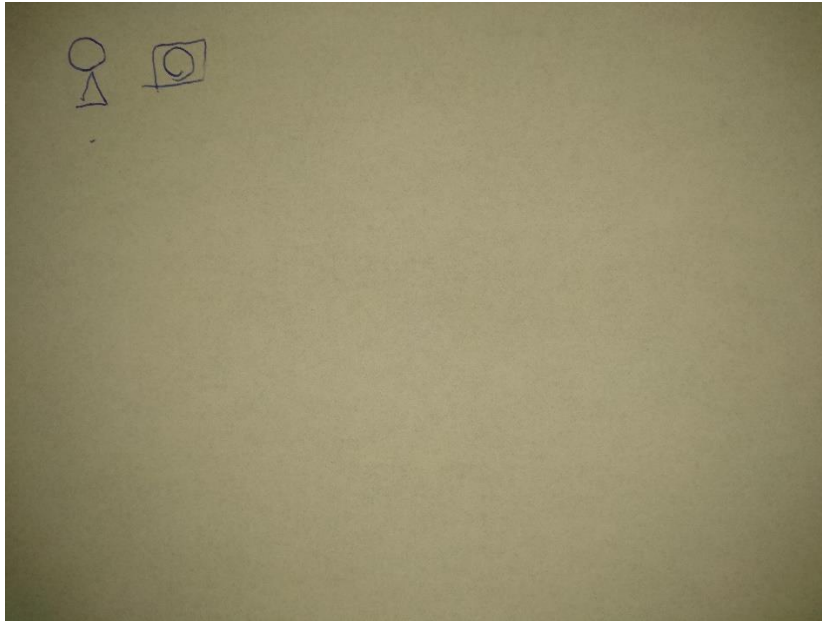
**Figura 7. Dibujo de animales de un sujeto sin hábitos lectores.**



**Figura 8. Dibujo de figuras con relaciones espaciales de un sujeto con hábitos lectores.**



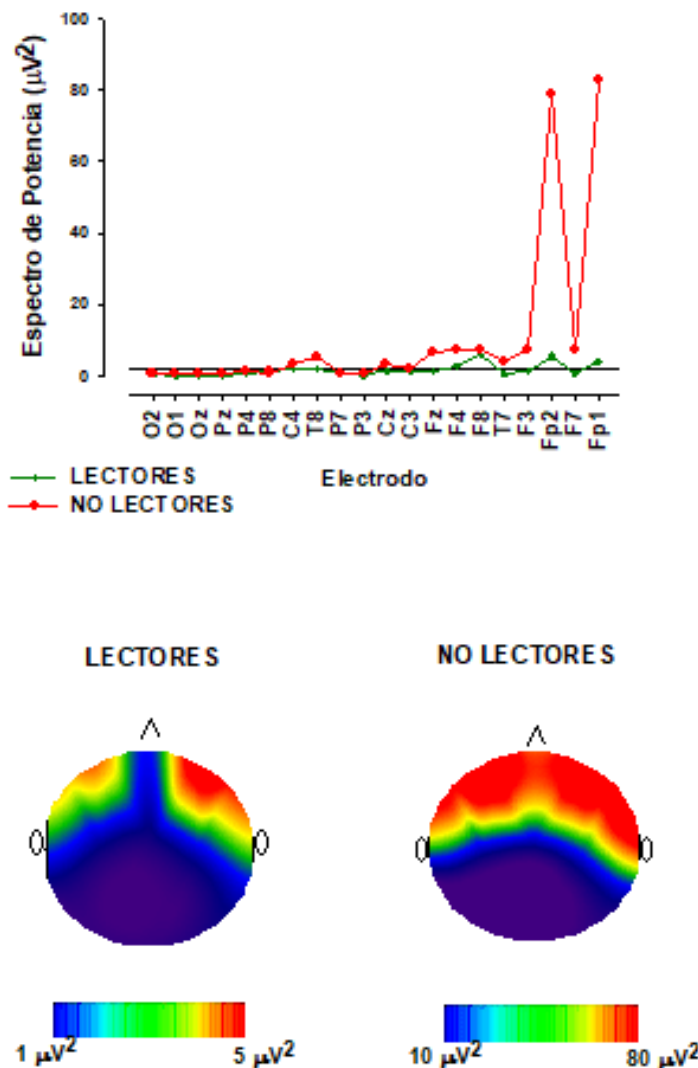
**Figura 9. Dibujo de figuras con relaciones espaciales de un sujeto sin hábitos lectores.**



## 4.2 Comparación de bandas durante estimulación auditiva con todas las oraciones

Figura 10. Comparación de bandas Delta durante estimulación auditiva.

### PROMEDIO BANDAS DELTA EN INTEGRACIÓN AUDITIVA (3500-4000 MS)

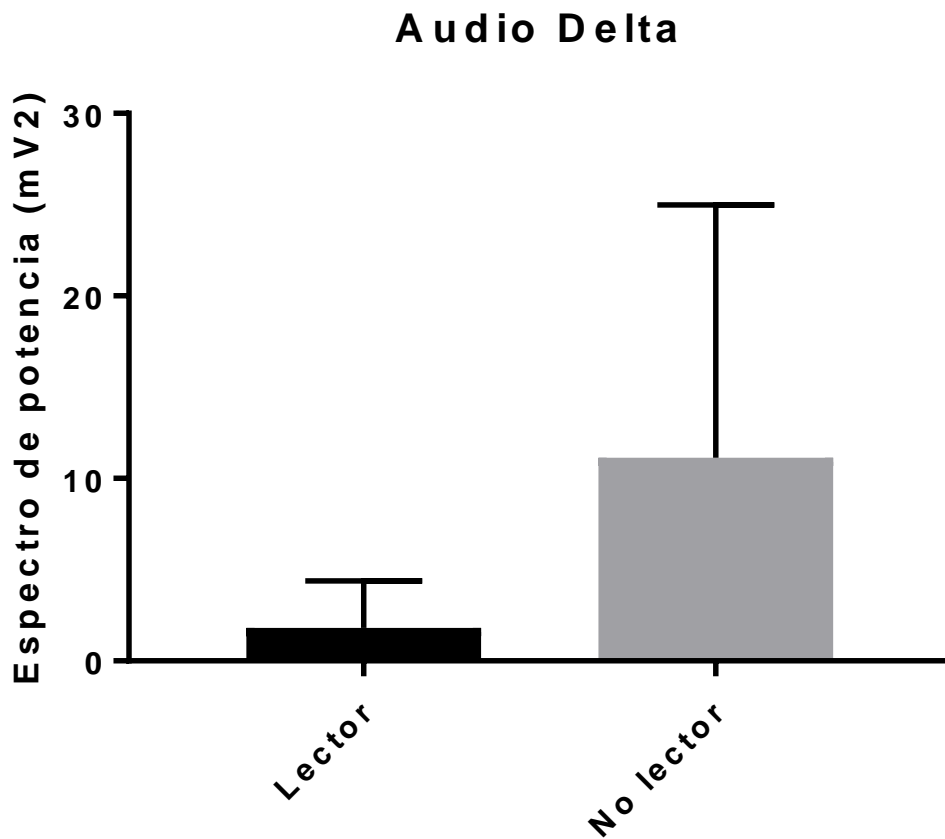


En la figura 10 se muestra el promedio de la banda Delta en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Delta en cada electrodo del grupo de no lectores. se observaron diferencias muy grandes entre las amplitudes ( $\mu V^2$ ) en Fp1 y Fp2 del grupo no lector y el resto de los canales,

contrastando con valores muy bajos, de igual forma que todos los canales del grupo lector. Asimismo, fue posible apreciar una amplitud mayor en el grupo no lector en la mayoría de los electrodos respecto al grupo lector, con excepción de P7 y P8, en los cuales las amplitudes de ambos grupos fueron similares. Por otra parte, ambos grupos coinciden en actividad eléctrica alta en la región temporal izquierda, aunque el valor del grupo de lectores es más alto que el de no lectores en este canal. También se observa un pico de potencia absoluta en la región

frontal del grupo lector, aunque comparativamente manifiesta un valor más bajo que la región frontal del grupo no lector.

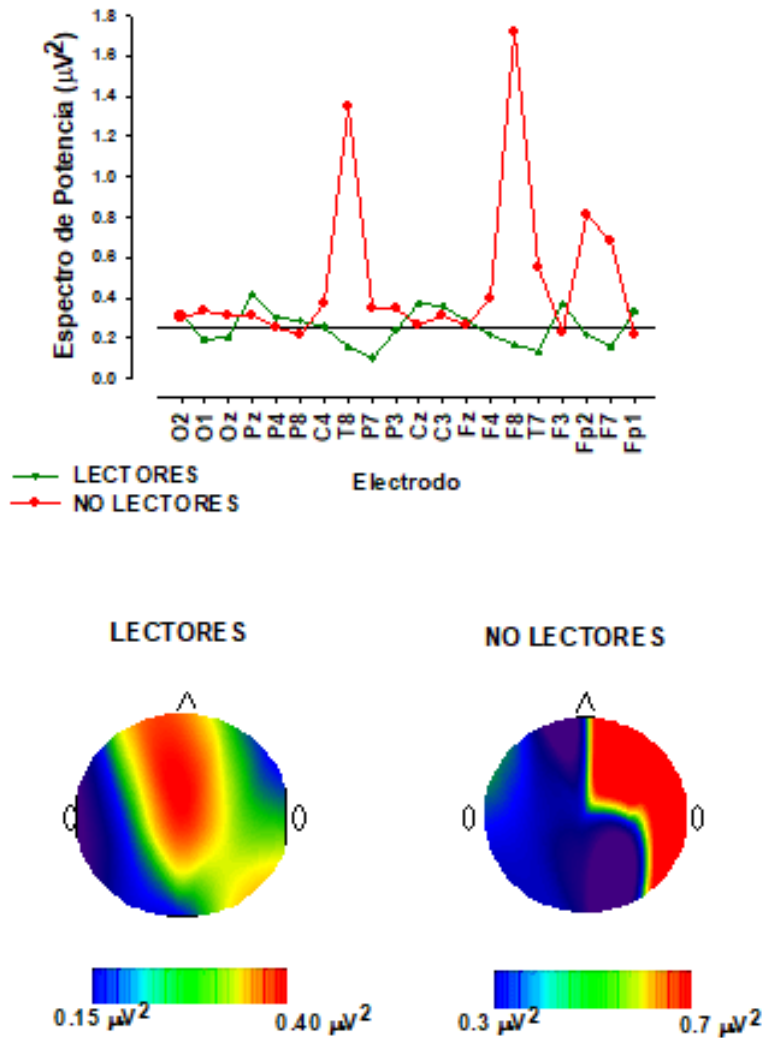
**Figura 11. Comparación estadística.**



En la figura 11 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Delta durante la estimulación auditiva. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 117.00$ , y un valor de  $p > 0.05$ , manifestando que la diferencia no es estadísticamente significativa.

**Figura 12. Comparación de bandas Theta durante estimulación auditiva con todas las oraciones.**

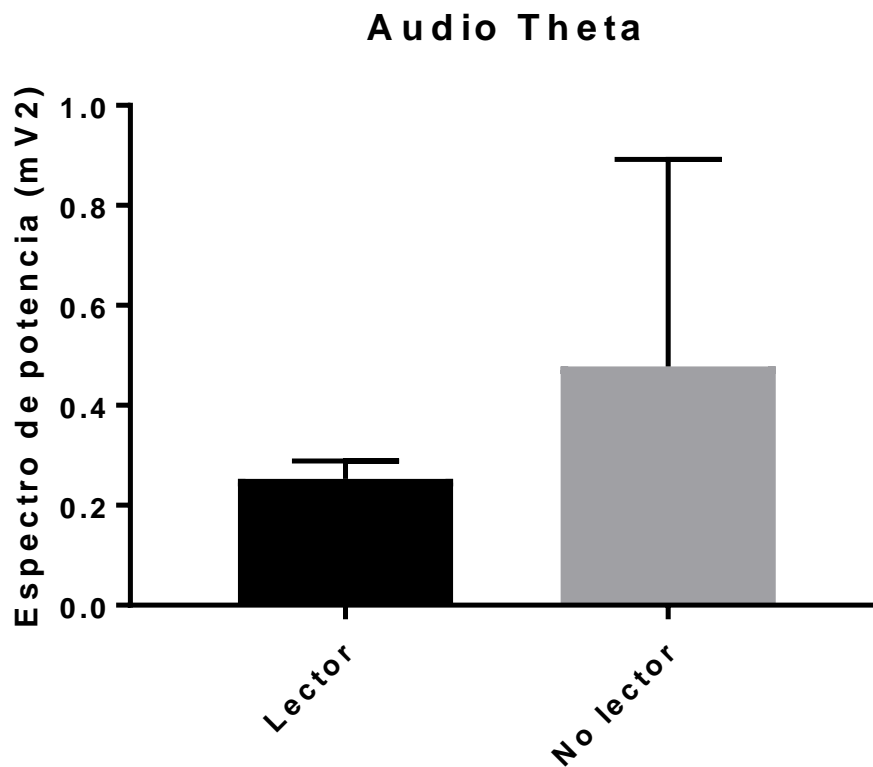
**PROMEDIO BANDAS THETA EN INTEGRACIÓN AUDITIVA (3500-4000 MS)**



En la figura 12 se muestra el promedio de la banda Theta en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Theta en cada electrodo del grupo de no lectores. Fue posible observar que la potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los electrodos T8 (1.34  $\mu V^2$ ), F8

(1.71  $\mu V^2$ ) y Fp2 (0.81  $\mu V^2$ ) fue mayor en el grupo no lector, mientras el resto de los canales manifiesta menor potencia, aunque la mayoría está por encima de la media estadística. Por otra parte, el grupo lector manifestó un pico de potencia absoluta en la región parietal central. Debido a que la diferencia de medias resultó ser estadísticamente significativa pudieron observarse diferencias de activación voltaica entre los grupos en este ritmo.

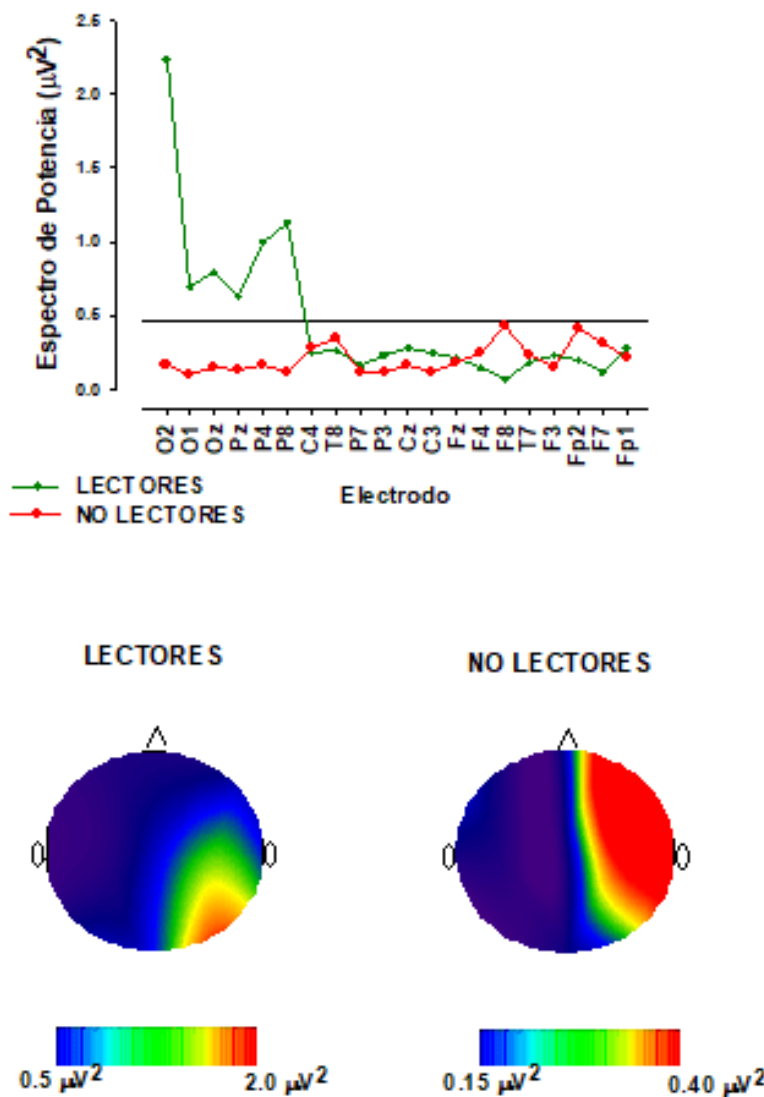
Figura 13. Comparación estadística.



En la figura 13 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Theta durante la estimulación auditiva. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 99.00$ , y un valor de  $p < 0.05$ , manifestando que la diferencia es estadísticamente significativa.

**Figura 14. Comparación de bandas Alpha durante estimulación auditiva con todas las oraciones.**

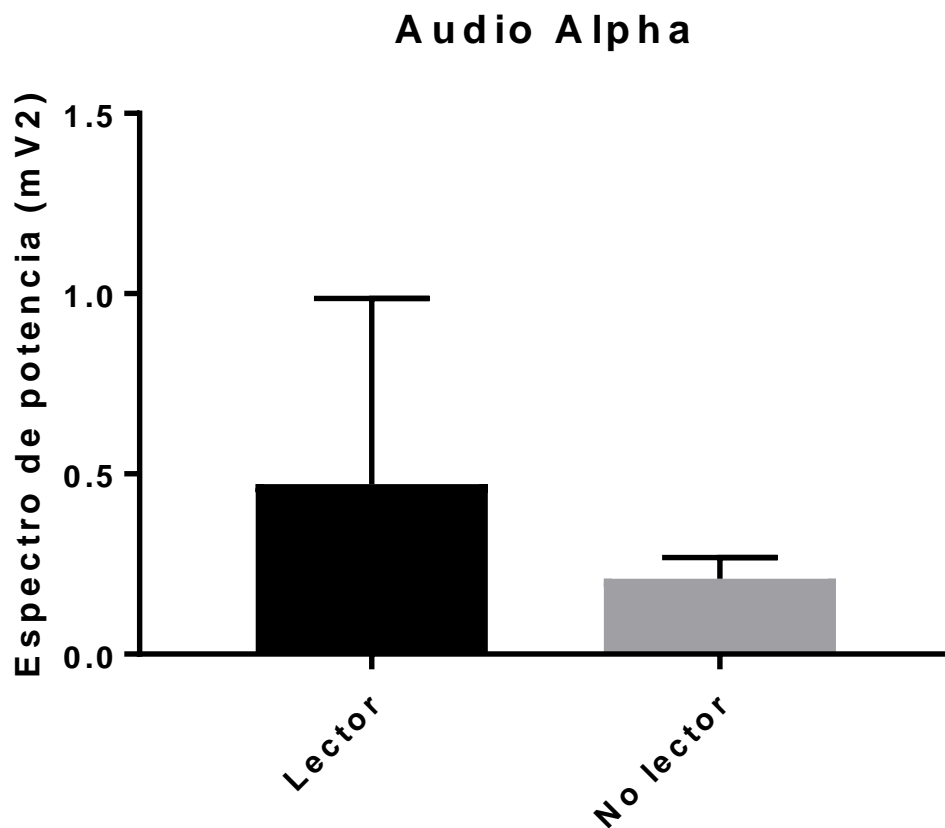
**PROMEDIO BANDAS ALPHA EN INTEGRACIÓN AUDITIVA (3500-4000 MS)**



En la figura 14 se muestra el promedio de la banda Alpha en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Alpha en cada electrodo del grupo de no lectores. Fue posible observar mayor amplitud ( $\mu V^2$ ) en O2 ( $2.23 \mu V^2$ ), O1 ( $0.7 \mu V^2$ ), P4 ( $1.0$

$\mu V^2$ ) y P8 ( $1.13 \mu V^2$ ) del grupo de lectores que en el grupo no lector ( $0.16 \mu V^2$ ,  $0.10 \mu V^2$ ,  $0.16 \mu V^2$ ,  $0.11 \mu V^2$  respectivamente) durante la estimulación auditiva. Por otra parte, el grupo de lectores mostró mayor amplitud de Alpha en la zona occipital derecha, mientras que el grupo de no lectores manifestó mayor potencia absoluta de Alpha en la zona orbitofrontal bilateral.

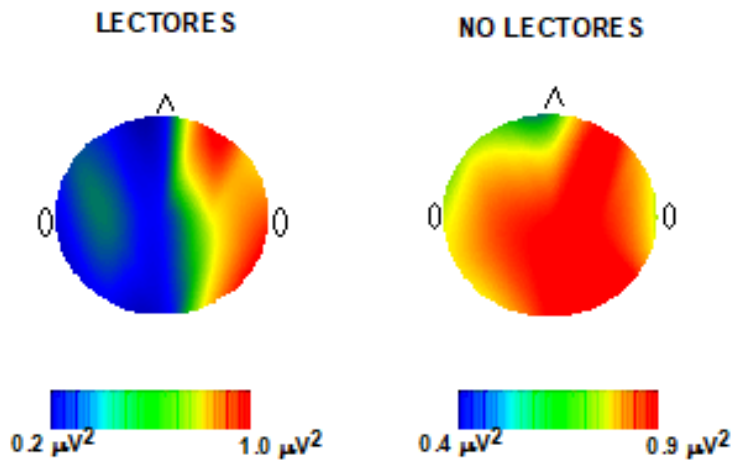
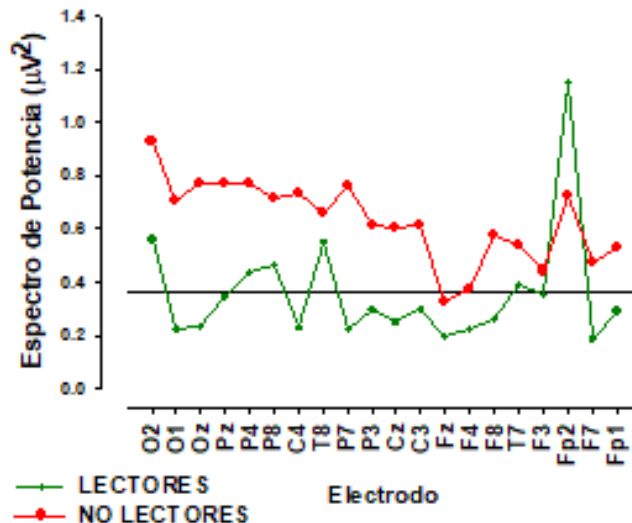
Figura 15. Comparación estadística.



En la figura 15 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Alpha durante la estimulación auditiva. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 122.00$ , y un valor de  $p = 0.05$ , manifestando que la diferencia es estadísticamente significativa.

**Figura 16. Comparación de bandas Beta durante estimulación auditiva con todas las oraciones.**

**PROMEDIO BANDAS BETA EN INTEGRACIÓN AUDITIVA (3500-4000 MS)**

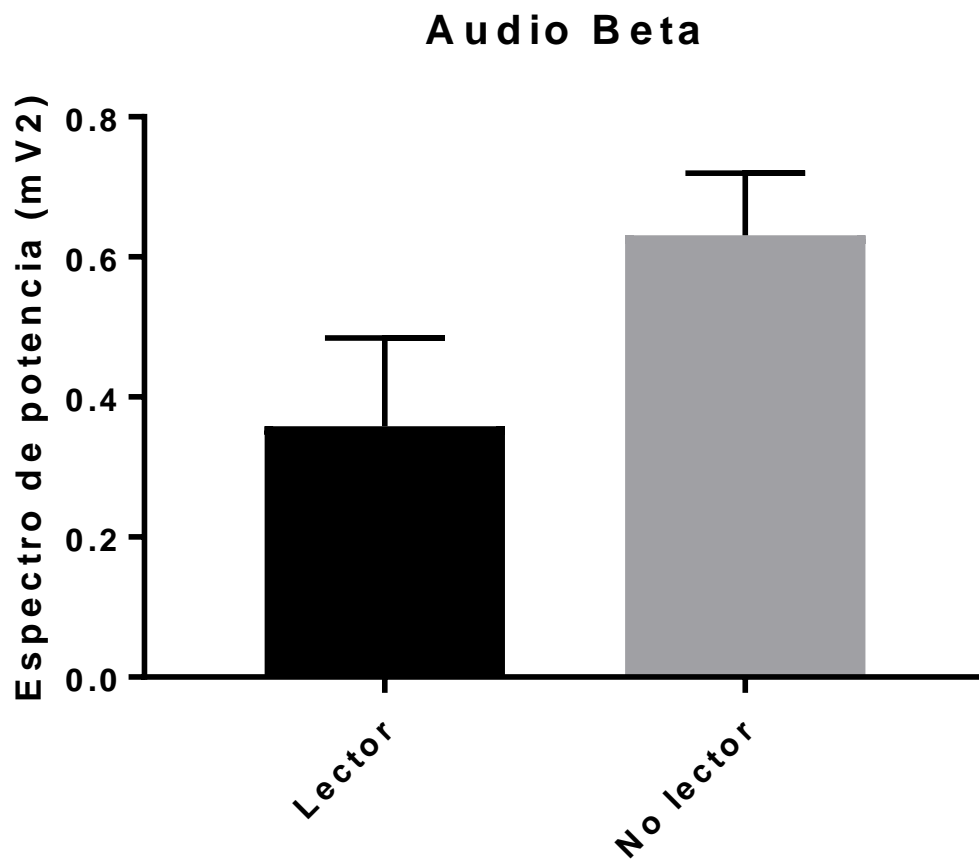


En la figura 16 se muestra el promedio de la banda Beta en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Beta en cada electrodo del grupo de no lectores. Se manifestó mayor amplitud de forma generalizada en el grupo no lector que en el lector. Sin embargo, es

relevante analizar con detenimiento los patrones de activación de cada grupo. Existió mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en O2 de ambos grupos ( $0.5 \mu V^2$  lectores y  $0.92 \mu V^2$  no lectores) durante la estimulación auditiva que en el resto de sus respectivos electrodos, mostrándose más alta la amplitud de los no lectores. Asimismo, el valor de O1 del grupo de no lectores se sitúa muy por arriba de la media y de O1 del grupo de lectores ( $0.70 \mu V^2$  y  $0.22 \mu V^2$  respectivamente), misma situación que se repite con Oz ( $0.77 \mu V^2$  y  $0.23 \mu V^2$  respectivamente) y Pz ( $0.76 \mu V^2$  y  $0.34 \mu V^2$  respectivamente). Por otra parte, ambos grupos coinciden en un pico de potencia absoluta en Fp2 ( $1.14 \mu V^2$  lectores y  $0.72 \mu V^2$

no lectores), aunque el valor del grupo de lectores es más alto que el de no lectores en este canal.

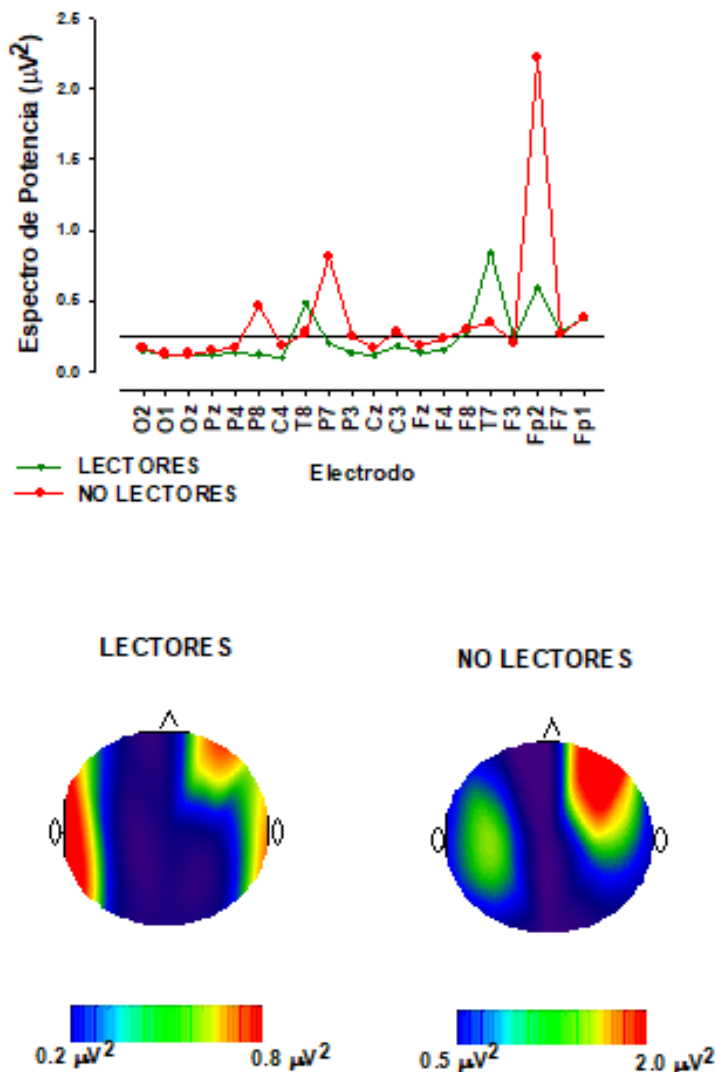
Figura 17. Comparación estadística.



En la figura 17 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Beta durante la estimulación auditiva. El análisis U de Mann-whitney arroja un valor de  $U = 41.00$ , y un valor de  $p < 0.05$ , manifestando que la diferencia es estadísticamente significativa.

**Figura 18. Comparación de bandas Gamma durante estimulación auditiva con todas las oraciones.**

**PROMEDIO BANDAS GAMMA EN INTEGRACIÓN AUDITIVA (3500-4000 MS)**

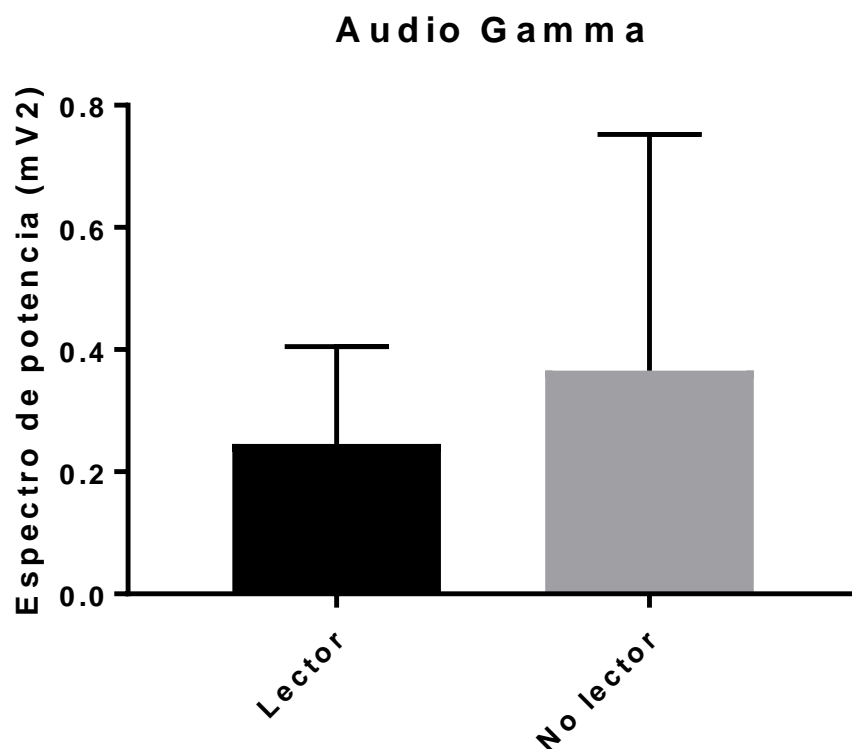


En la figura 18 se muestra el promedio de la banda Gamma en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Gamma en cada electrodo del grupo de no lectores. Se observó mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en Fp2 ( $2.2 \mu V^2$ ), P7 ( $0.8 \mu V^2$ ) y P8 ( $0.46 \mu V^2$ ) en el grupo

no lector en este ritmo, expresando la región parietal bilateral mayor voltaje que la misma región del grupo lector, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del grupo lector son T7 ( $0.84 \mu V^2$ ), Fp2 ( $0.59 \mu V^2$ ) y T8 ( $0.48 \mu V^2$ ), sin mencionar Fp2, los electrodos mencionados de este grupo manifestaron mayor potencia que los del grupo no lector (P7 y P8 del grupo no lector presentaron mayor voltaje que P7 y P8 que el grupo lector, y T7 y T8 del grupo lector presentaron mayor voltaje que T7 y T8 que el grupo no lector). Se observó mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en Fp2 ( $2.2 \mu V^2$ ), P7 ( $0.8 \mu V^2$ ) y P8 ( $0.46 \mu V^2$ ) en el grupo no lector en este ritmo durante la estimulación auditiva, expresando la región

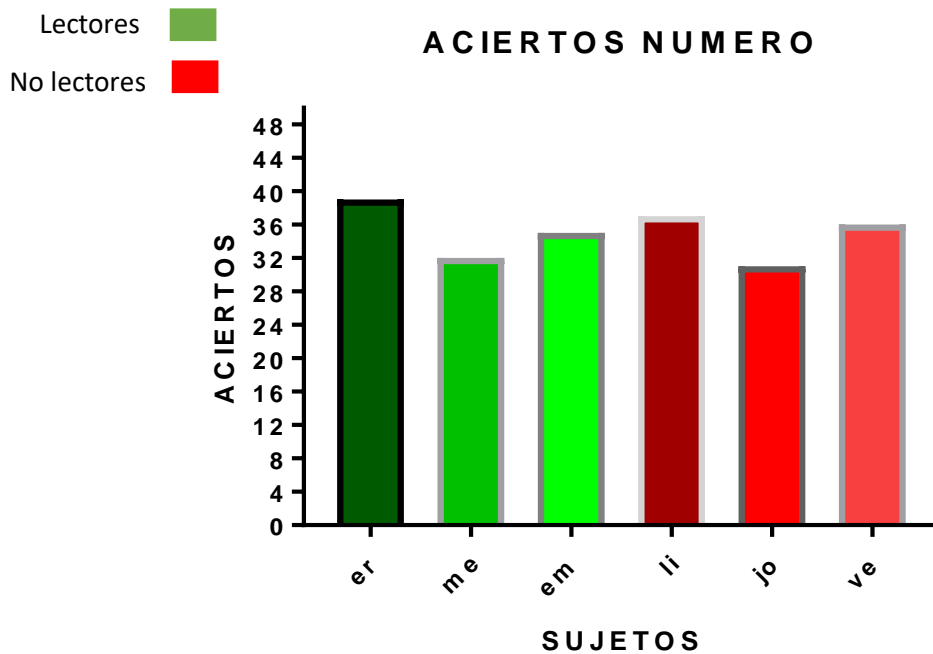
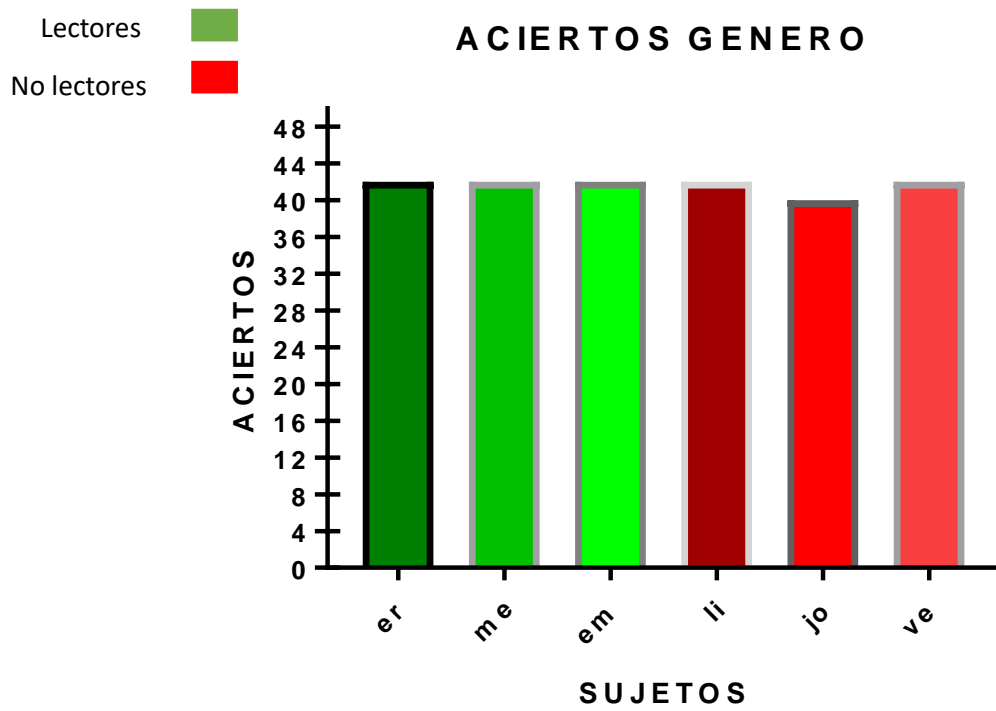
parietal bilateral mayor voltaje que la misma región del grupo lector, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del grupo lector son T7 ( $0.84 \mu V^2$ ), Fp2 ( $0.59 \mu V^2$ ) y T8 ( $0.48 \mu V^2$ ), sin mencionar Fp2, los electrodos mencionados de este grupo manifestaron mayor potencia que los del grupo no lector (P7 y P8 del grupo no lector presentaron mayor voltaje que P7 y P8 que el grupo lector, y T7 y T8 del grupo lector presentaron mayor voltaje que T7 y T8 que el grupo no lector).

**Figura 19. Comparación estadística.**



En la figura 19 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Gamma durante la estimulación auditiva. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 13.00$ , y un valor de  $p > 0.05$ , manifestando que la diferencia no es estadísticamente significativa.

Figura 20. Comparación de aciertos en la elección de respuesta.

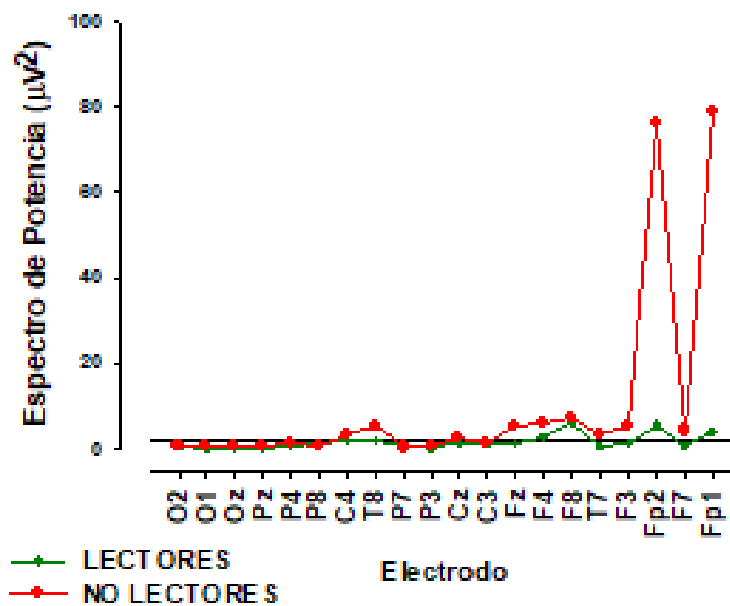


En las gráficas de la figura 20 se muestran los porcentajes individuales de cada sujeto que conformó la muestra evaluada.

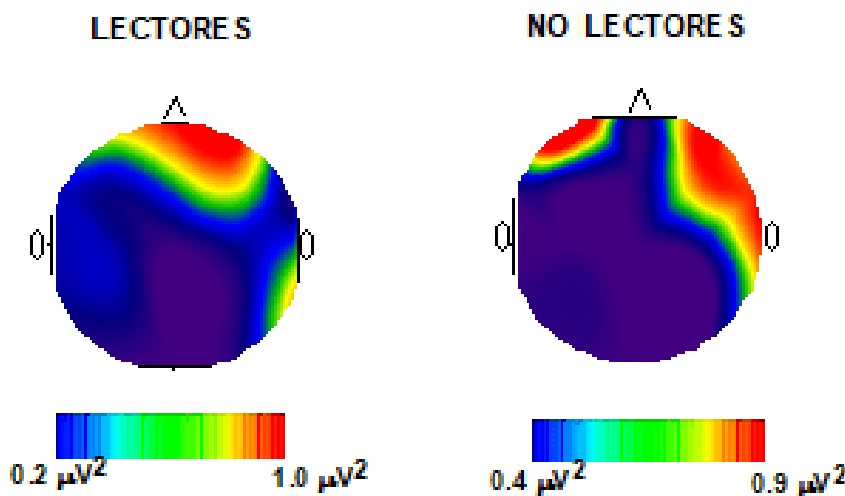
#### 4.4 Comparación de bandas durante la elección de respuesta de todas las oraciones.

Figura 21. Comparación de bandas Delta durante la elección de respuesta de todas las oraciones.

##### PROMEDIO BANDAS DELTA EN TAREA (4000 - 5156 MS)



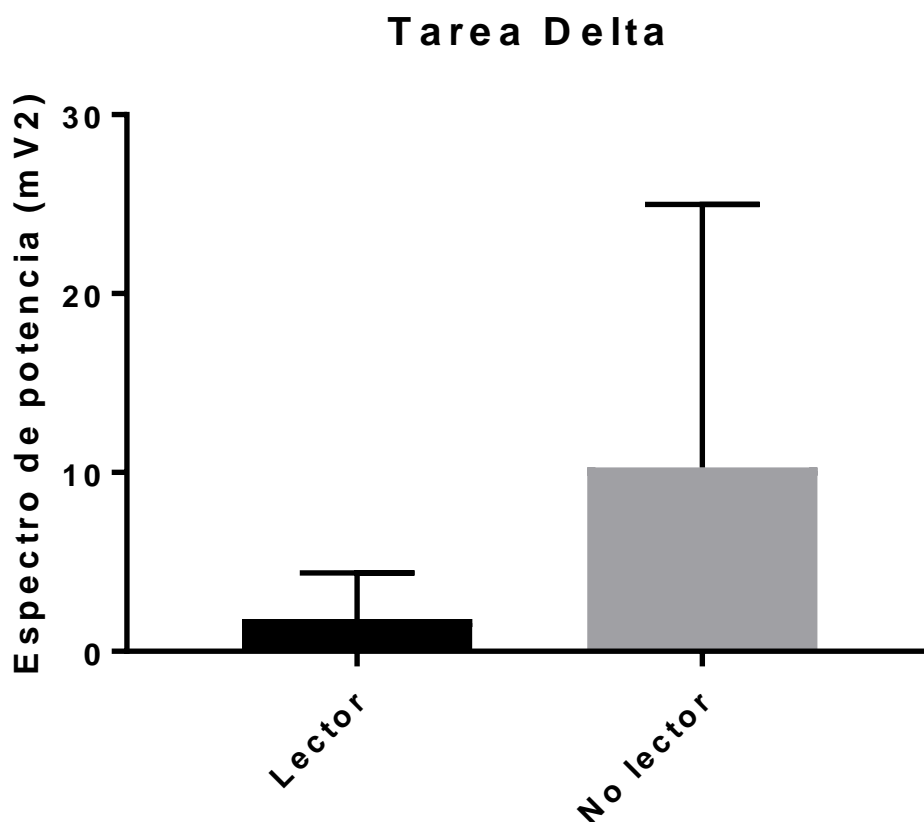
En la figura 21 se muestra el promedio de la banda Delta en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Delta en cada electrodo del grupo de no lectores. Fue posible apreciar que la actividad eléctrica más alta del grupo lector se manifestó en la región central bilateral y central central (C3 con 1.57  $\mu\text{V}^2$ , C4 con 2.30  $\mu\text{V}^2$  y Cz con 1.46  $\mu\text{V}^2$ ),



los lóbulos temporal derecho (T8 con 2.24  $\mu\text{V}^2$ ) y frontal derecho (F4 con 3.0  $\mu\text{V}^2$ )

y F8 con  $5.8 \mu V^2$ ). Por otra parte, las regiones que manifestaron mayor amplitud en el grupo no lector fueron la región central y central derecha (Cz con  $2.89 \mu V^2$  y C4 con  $3.22 \mu V^2$ ), temporal derecha (T8 con  $5.28 \mu V^2$ ), frontal derecha, izquierda y central (F4 con  $5.97 \mu V^2$ , F8 con  $7.24 \mu V^2$ , F3 con  $5.38 \mu V^2$ , F7 con  $4.39 \mu V^2$  Fz con  $5.13 \mu V^2$ ).

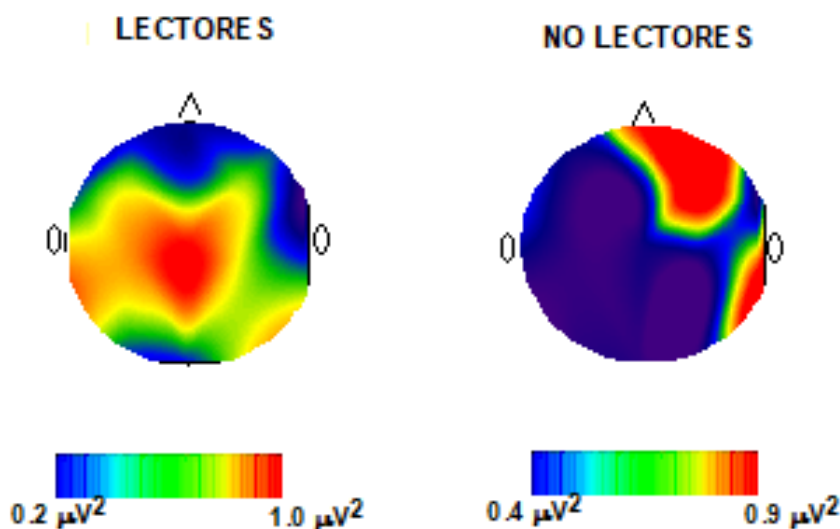
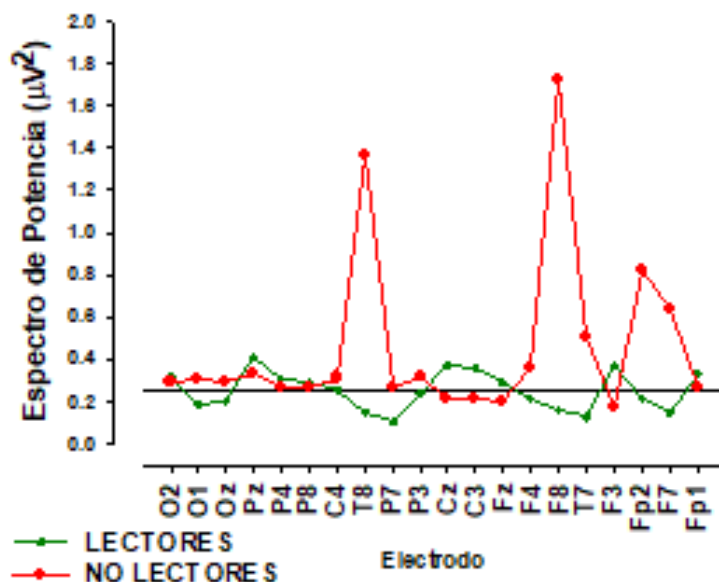
**Figura 22. Comparación estadística.**



En la figura 22 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Delta durante la elección de respuesta. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 200.00$ , y un valor de  $p > 0.05$ , manifestando que la diferencia no es significativa.

Figura 23. Comparación de bandas Theta durante la elección de respuesta de todas las oraciones.

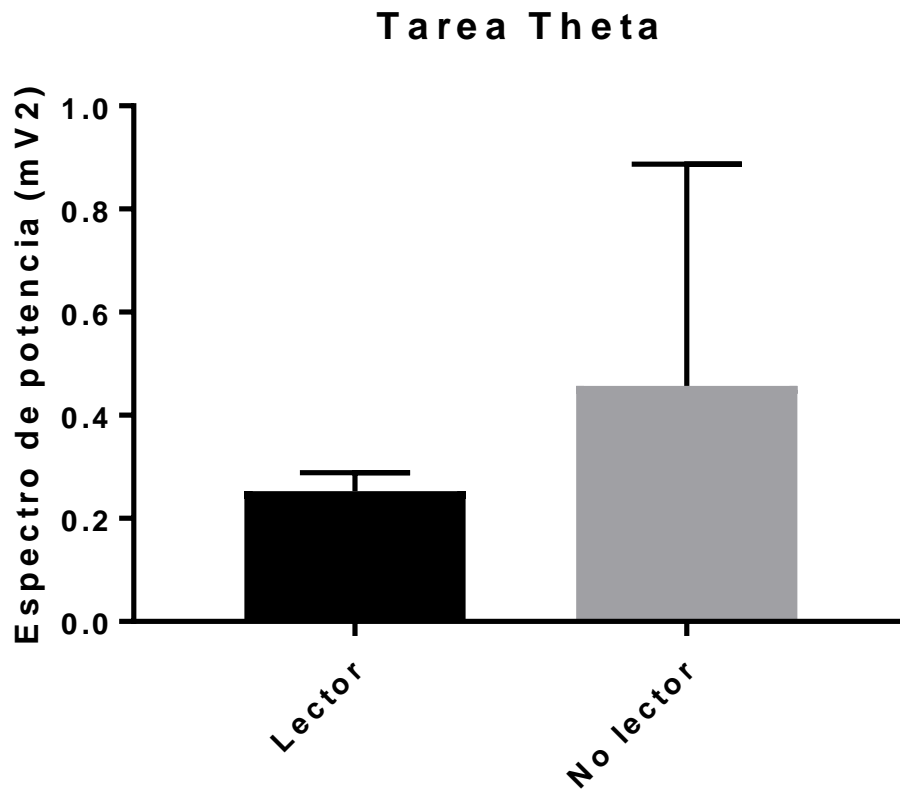
PROMEDIO BANDAS THETA EN TAREA (4000 - 5156 MS)



En la figura 23 se muestra el promedio de la banda Theta en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Theta en cada electrodo del grupo de no lectores. Fue posible observar mayor amplitud en las regiones occipital derecha (O2 con 0.31  $\mu\text{V}^2$ ), parietal central (Pz con 0.41  $\mu\text{V}^2$ ), central izquierda (Cz con 0.37  $\mu\text{V}^2$  y C3 con 0.35  $\mu\text{V}^2$ ) y frontal izquierda (F3 con 0.36  $\mu\text{V}^2$ ). En comparación con este grupo, las regiones del grupo no lector que mostraron mayor amplitud fueron occipital bilateral y central (O2 con 0.28  $\mu\text{V}^2$ , Oz con 0.28  $\mu\text{V}^2$  y O1 con 0.30  $\mu\text{V}^2$ ), parietal central e izquierda (Pz con 0.33  $\mu\text{V}^2$  y P3 con 0.31  $\mu\text{V}^2$ ), temporal bilateral (T8 con 1.36  $\mu\text{V}^2$  y T7 con 0.51  $\mu\text{V}^2$ ) y

frontal bilateral (F4 con  $0.35 \mu V^2$ , F8 con  $1.72 \mu V^2$ , Fp2 con  $0.82 \mu V^2$  y F7 con  $0.63 \mu V^2$ ).

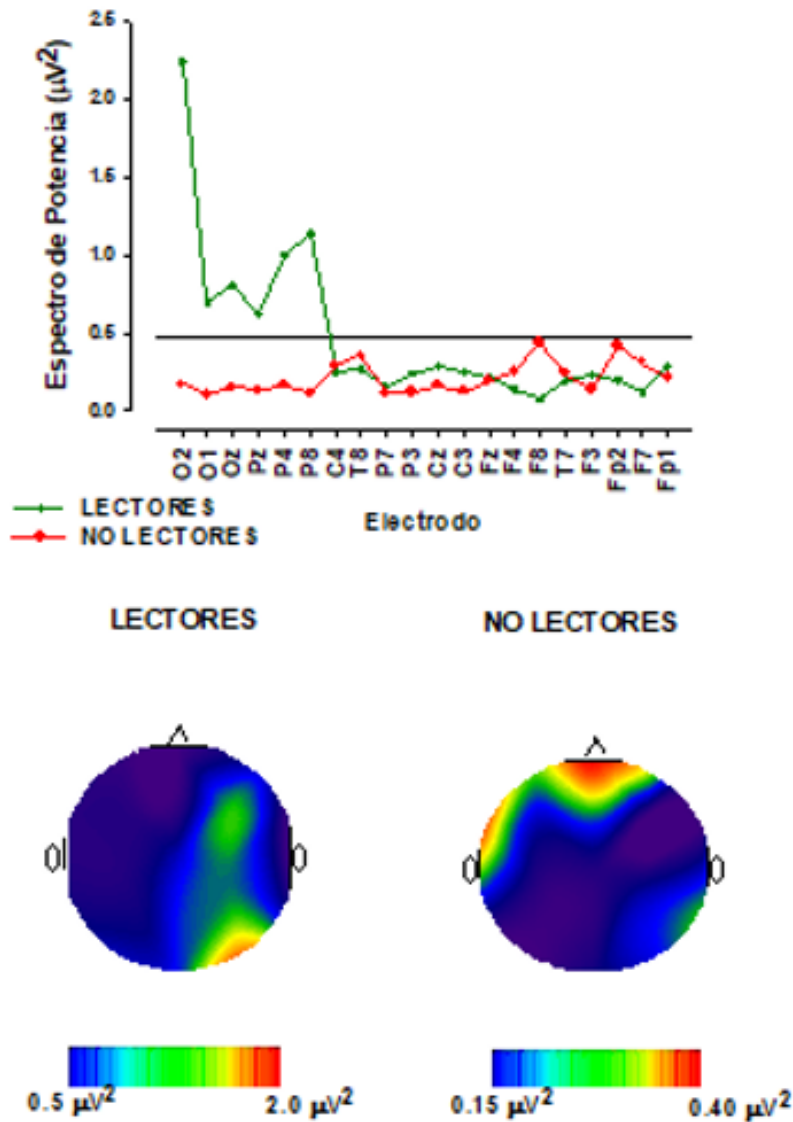
Figura 24. Comparación estadística.



En la figura 24 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Theta durante la elección de respuesta. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 129.00$ , y un valor de  $P > 0.05$ , manifestando que la diferencia no es significativa.

**Figura 25. Comparación de bandas Alpha durante la elección de respuesta de todas las oraciones.**

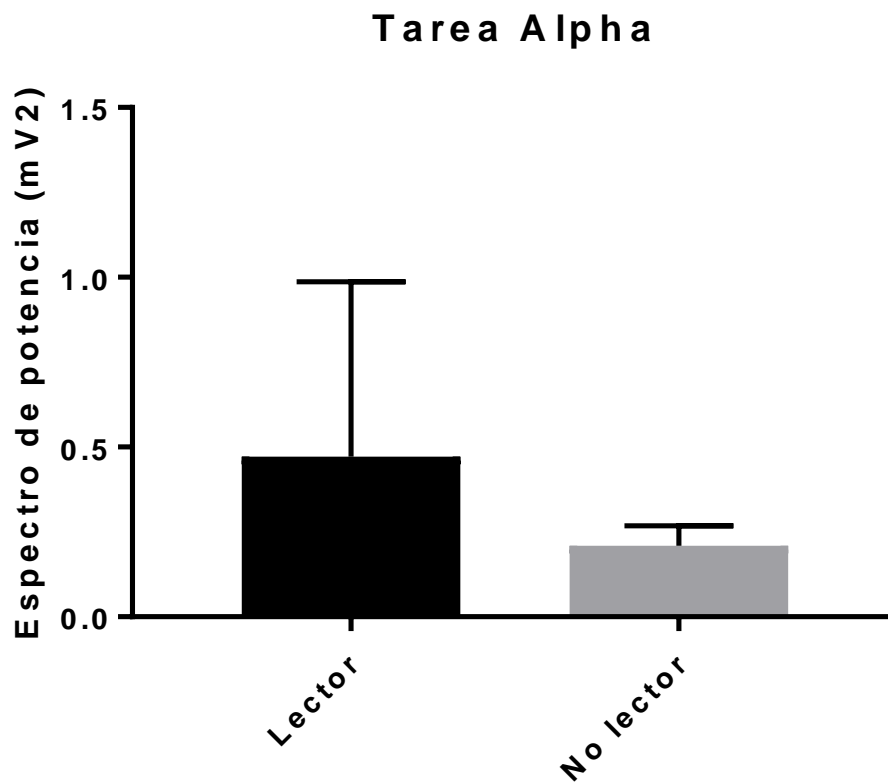
**PROMEDIO BANDAS ALPHA EN TAREA (4000 - 5156 MS)**



En la figura 25 se muestra el promedio de la banda Alpha en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Alpha en cada electrodo del grupo de no lectores. Es posible apreciar que el grupo lector manifestó la mayor amplitud en el lóbulo occipital derecho y occipital central (O2, con 2.23  $\mu\text{V}^2$  y Oz con .079  $\mu\text{V}^2$ ), seguido del lóbulo parietal derecho (P8 con

1.13  $\mu\text{V}^2$  y P4 con 1.0  $\mu\text{V}^2$ ). Por otra parte, la amplitud general de los electodos del grupo no lector ni siquiera superó la media estadística (0.6  $\mu\text{V}^2$ ), manifestando su amplitud máxima en el lóbulo frontal derecho (F8 con 0.43  $\mu\text{V}^2$  y FP2 con 0.4  $\mu\text{V}^2$ ) y el temporal derecho (T8 con 0.35  $\mu\text{V}^2$ ).

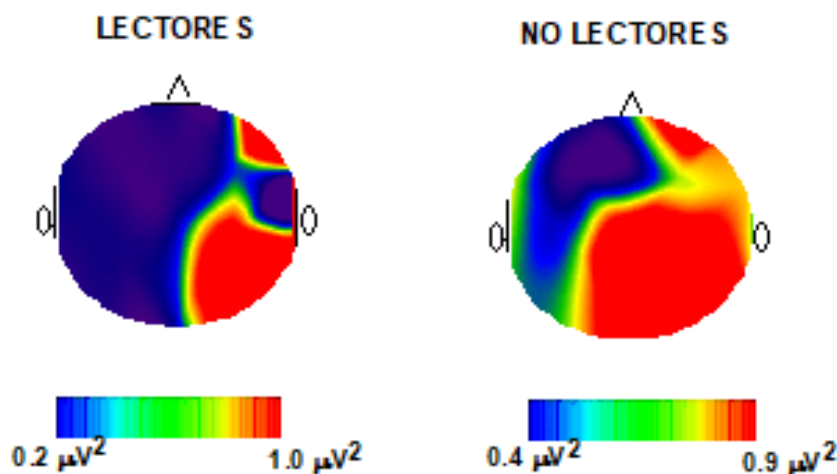
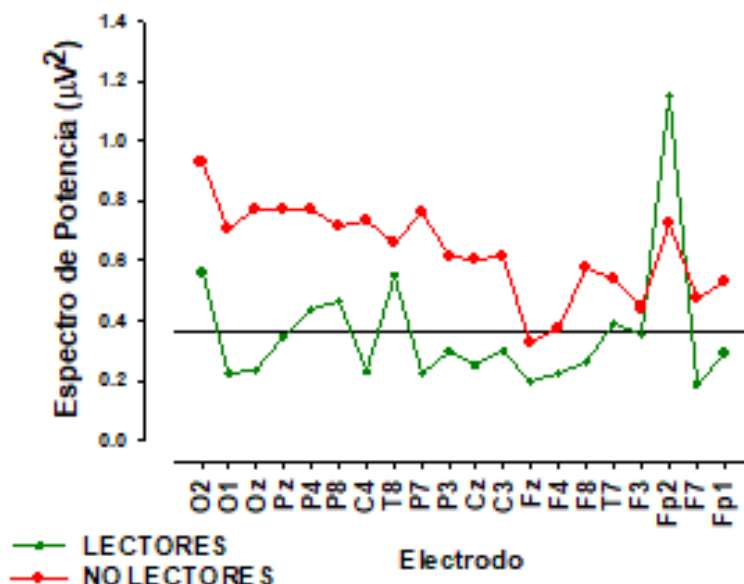
Figura 26. Comparación estadística.



En la figura 26 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Alpha durante la elección de respuesta. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 122.00$ , y un valor de  $p < 0.05$ , manifestando que la diferencia es estadísticamente significativa.

Figura 27. Comparación de bandas Beta durante la elección de respuesta de todas las oraciones.

PROMEDIO BANDAS BETA EN TAREA (4000 - 5156 MS)

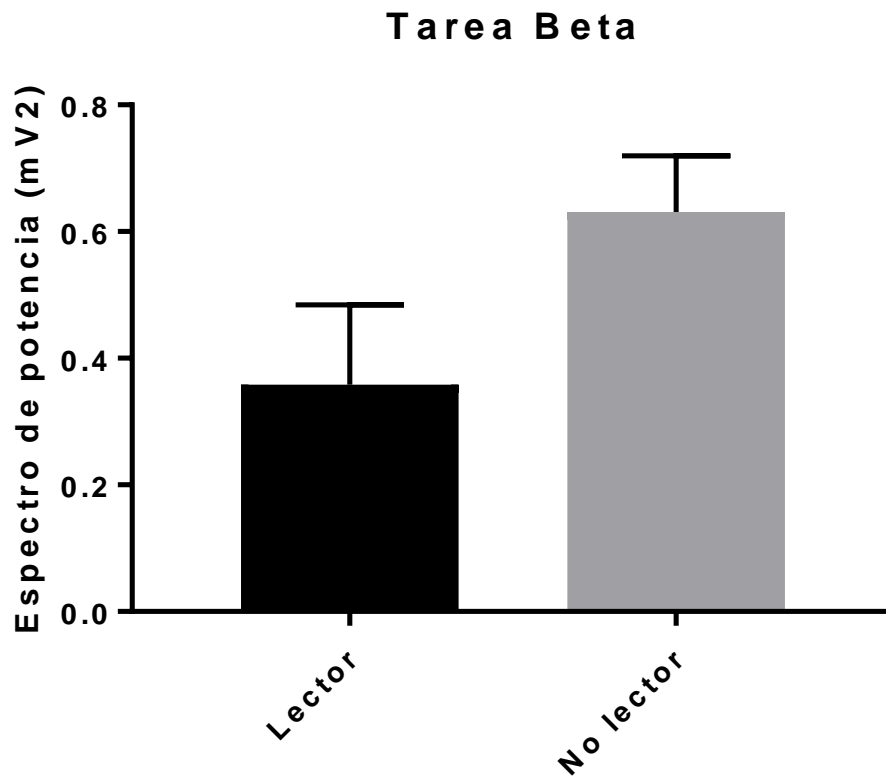


temporal bilateral (T8 0.66 con  $\mu V$  y T7 con 0.53  $\mu V$ ) y frontopolar derecho (Fp2 con 0.72  $\mu V$ ). Por otra parte, las regiones que manifestaron mayor amplitud en el grupo no lector fueron la occipital bilateral y central (O2 con 0.9  $\mu V^2$ , O1 con

En la figura 27 se muestra el promedio de la banda Beta en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Beta en cada electrodo del grupo de no lectores. Es posible apreciar que la actividad eléctrica más alta del grupo lector se manifestó en los lóbulos occipital derecho (O2 con 0.92  $\mu V$ ), parietal derecho (P4 con 0.77  $\mu V$  y P8 con 0.71  $\mu V$ ),

0.70  $\mu V^2$  y Oz 0.77 con  $\mu V^2$ ), la perietal izquierda, central y derecha (P7 con 0.75  $\mu V^2$ , PZ con 0.77  $\mu V^2$  y P4 con 0.77  $\mu V^2$ ) y frontopolar derecha (Fp2 con 0.7  $\mu V^2$ ).

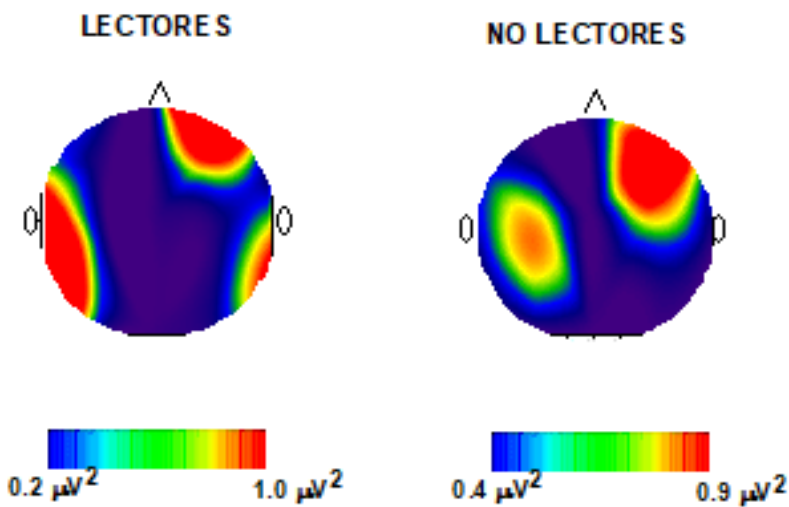
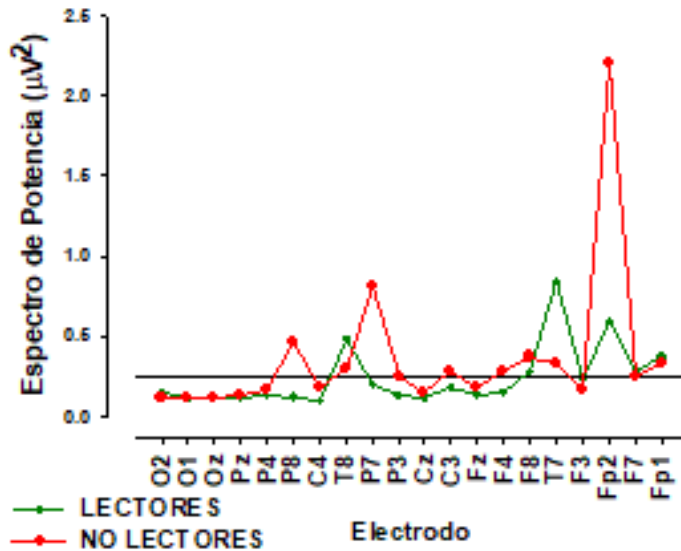
**Figura 28. Comparación estadística.**



En la figura 28 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Beta durante la elección de respuesta. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 41.00$ , y un valor de  $p < 0.01$ , manifestando que la diferencia es estadísticamente significativa.

Figura 29. Comparación de bandas Gamma durante la elección de respuesta de todas las oraciones.

PROMEDIO BANDAS GAMMA EN TAREA (4000 - 5156 MS)

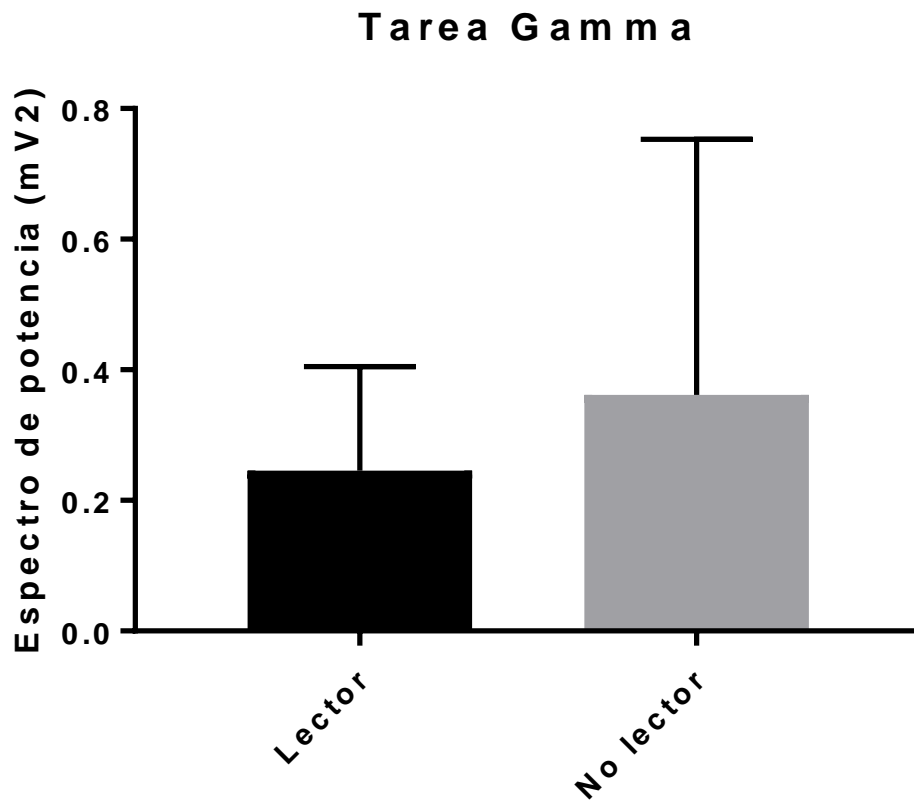


En la figura 29 se muestra el promedio de la banda Gamma en cada electrodo del grupo de lectores, comparado con el promedio de la banda Gamma en cada electrodo del grupo de no lectores. Fue posible observar mayor amplitud en las regiones temporal bilateral (T8 con  $0.48 \mu V^2$  y T7 con  $0.84 \mu V^2$ ), frontal bilateral (F8 con  $0.27 \mu V^2$  y F7 con  $0.27$

$\mu V^2$ ) y frontopolar bilateral (Fp2 con  $0.59 \mu V^2$  y Fp1 con  $0.37 \mu V^2$ ) del grupo lector. En cuanto al grupo no lector, las regiones que mostraron mayor amplitud fueron el lóbulo parietal bilateral (P8 con  $0.46 \mu V^2$  y P7  $0.80$  con  $\mu V^2$ ), temporal bilateral (T8 con  $0.30 \mu V^2$  y T7 con  $0.33 \mu V^2$ ), frontal bilateral (F8 con  $0.37 \mu V^2$  y F7  $0.25$  con  $\mu V^2$ ) y frontopolar bilateral (Fp2 con  $2.20 \mu V^2$  y Fp1 con  $0.33 \mu V^2$ ). Nuevamente, los electrodos mencionados del grupo no lector manifiestan mayor

potencia que los del grupo lector. Por otra parte, el grupo no lector manifestó un pico de potencia absoluta en la región frontotemporal izquierda, al igual que el grupo lector, pero este último manifestó menor potencia absoluta en la misma zona.

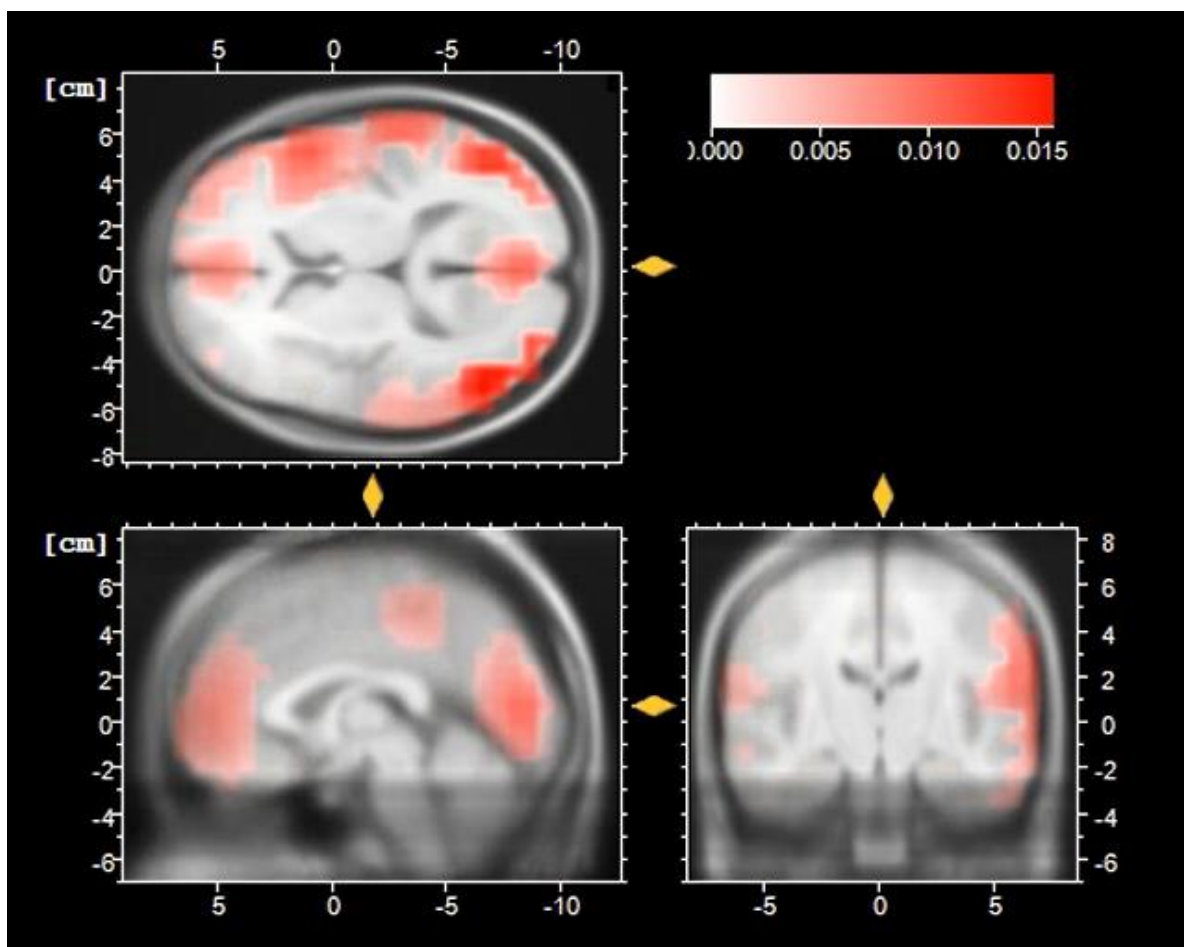
**Figura 30. Comparación estadística.**



En la figura 30 se observa la comparación entre los promedios de las bandas Gamma durante la elección de respuesta. El análisis U de Mann-Whitney arroja un valor de  $U = 153.00$ , y un valor de  $p > 0.05$ , manifestando que la diferencia no es significativa.

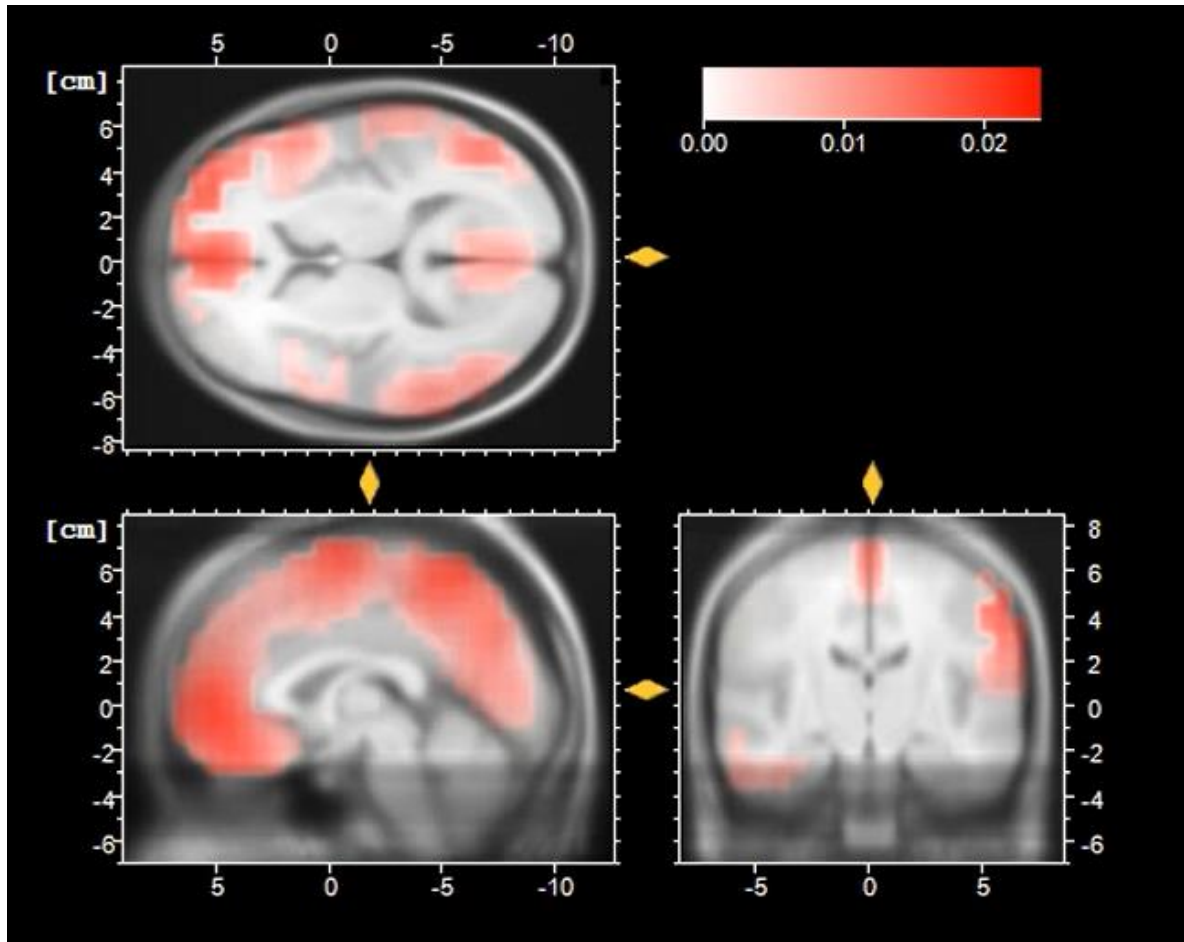
Se ha mencionado previamente que se realizó una conversión de los datos electroencefalográficos mediante la función LORETA del programa Analyzer para ser presentados gráficamente en forma similar a las imágenes producidas por un resonador magnético. A pesar de no contar con la precisión de un resonado magnético, permite observar y comprender en forma topográfica y concreta la dinámica de la actividad eléctrica cerebral.

**Figura 31. LORETA de estimulación auditiva en sujeto con hábitos de lectura.**



En la figura 31 es posible apreciar los últimos 500 ms. de estimulación auditiva a un sujeto con hábitos de lectura, con oraciones de género y número.

Figura 32. LORETA de estimulación auditiva en sujeto sin hábitos de lectura.



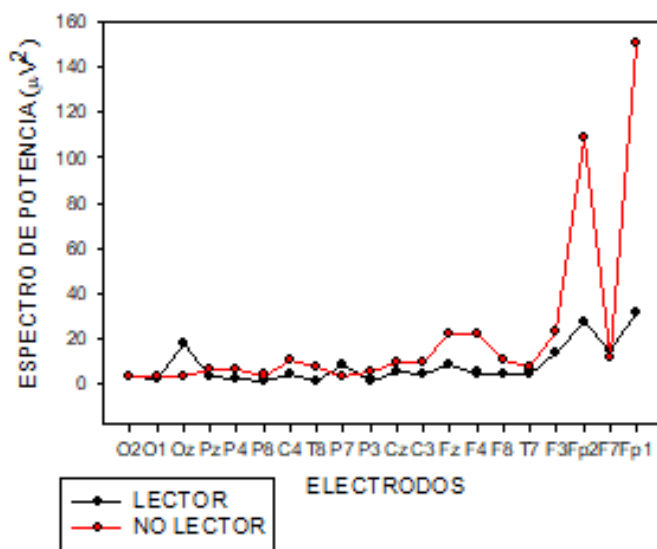
En la figura 32 es posible apreciar los últimos 500 ms. de estimulación auditiva a un sujeto sin hábitos de lectura, con oraciones de género y número.

#### 4.5 Comparación de bandas de dos sujetos en una respuesta acertada y una errada de género y de número.

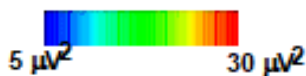
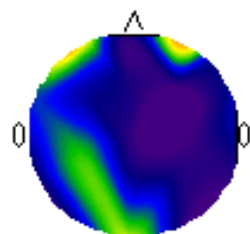
##### 4.5.1 Comparación de bandas de dos sujetos durante la respuesta de género.

**Figura 33. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta acertada de género.**

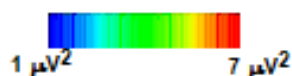
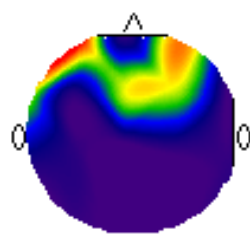
“El niño corre en el parque”



LECTOR. ACIERTO. GENERO. DELTA



NO LECTOR. ACIERTO. GENERO. DELTA

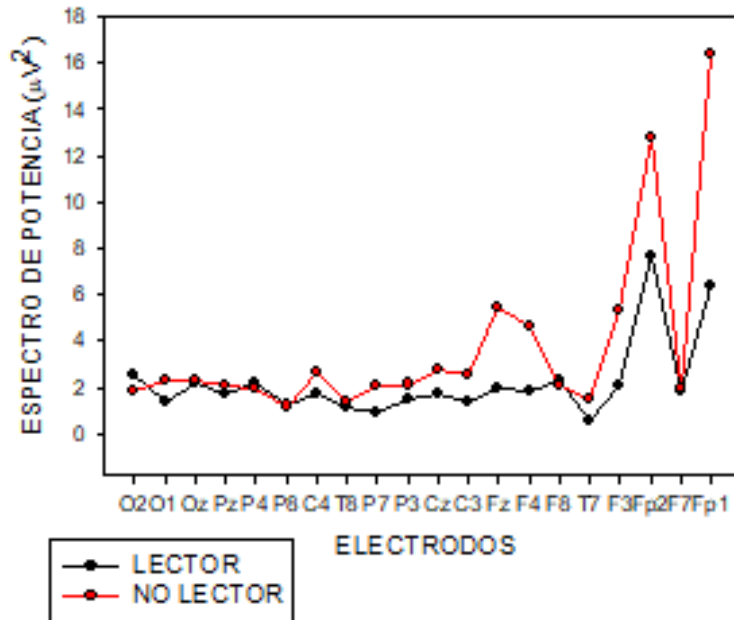


En la figura 33 se muestra la banda Delta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Delta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe similitud de potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto no lector, con excepción de los canales F2 y F3, los cuales manifestaron menor potencia absoluta. Por otra parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector son Fp2, Fp1, F7 y F3. En este caso el sujeto lector

mostró actividad similar a la del no lector, con excepción de los canales Fp2, Fp1, F7 y F3.

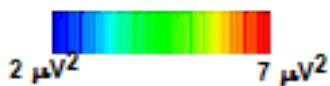
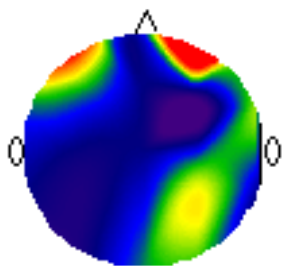
**Figura 34. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta acertada de género.**

**“El niño corre en el parque”**

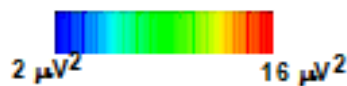
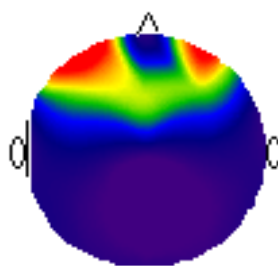


En la figura 34 se muestra la banda Theta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Theta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales Fp1, Fp2, F3, Fz, F4 y C4 del sujeto no lector. Por otra parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector son Fp2, Fp1, F7 y F3. En este caso el sujeto no

**LECTOR. ACIERTO. GENERO THETA**



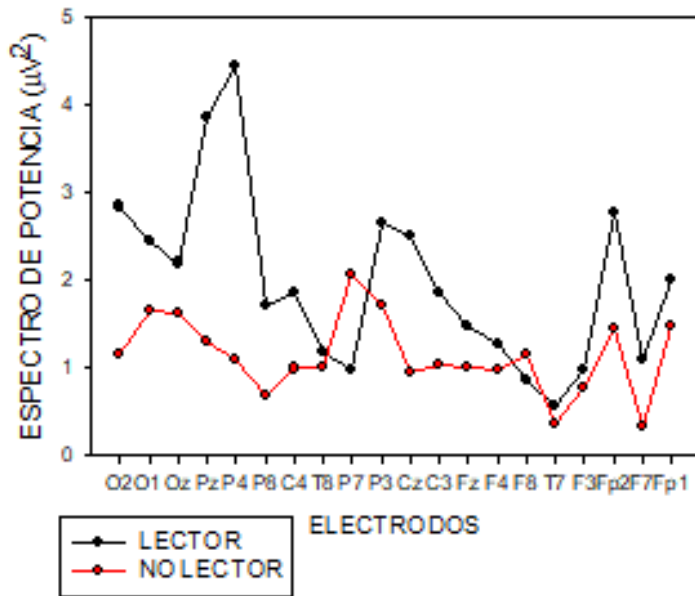
**NO LECTOR. ACIERTO. GENERO THETA**



lector mostró mayor potencia absoluta en la mayoría de los canales.

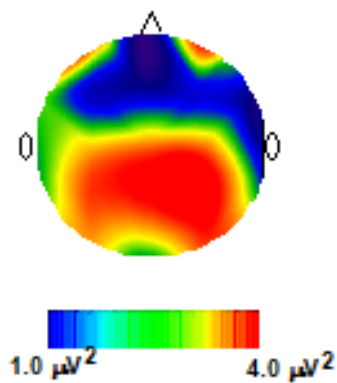
**Figura 35. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta acertada de género.**

**“El niño corre en el parque”**

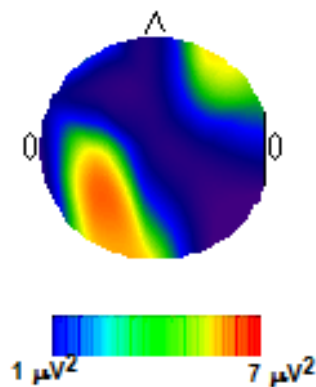


En la figura 35 se muestra la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales P7, P3, O1, Oz, Fp1, Fp2 y F8 en el sujeto no lector. Por otra parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector son Fp2, Fp1, P4, Pz, P3, Cz, O2, O1 y C4. En este caso el sujeto lector mostró mayor potencia absoluta generalizada, en

**LECTOR. ACIERTO. GENERO. ALPHA**



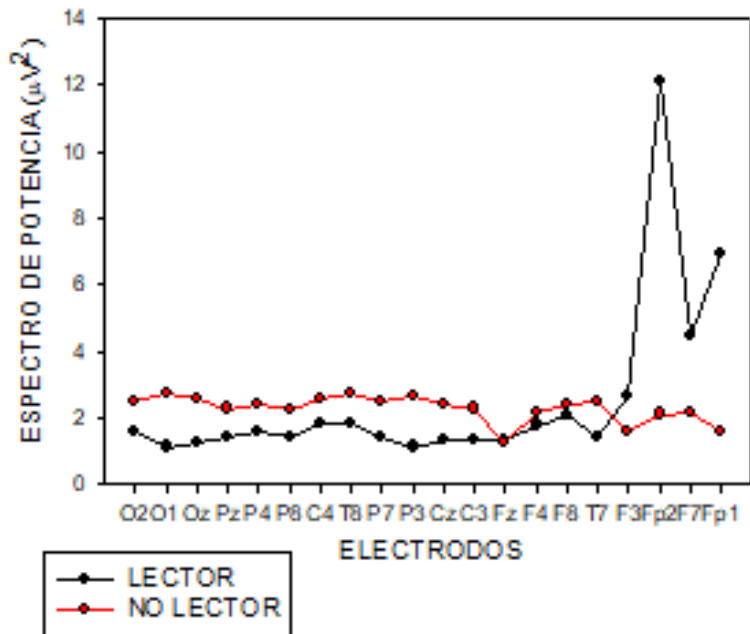
**NO LECTOR. ACIERTO. GENERO. ALPHA**



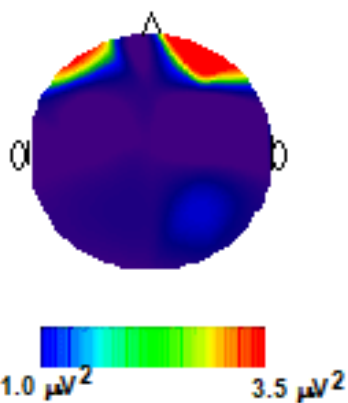
comparación con el sujeto lector.

**Figura 36. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta acertada de género.**

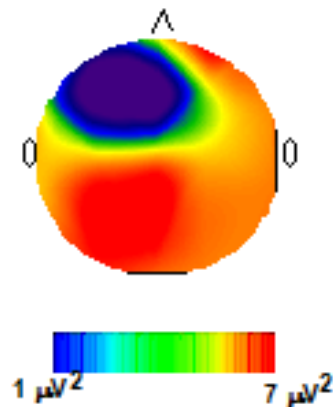
**“El niño corre en el parque”**



**LECTOR. ACIERTO. GENERO. BETA**



**NO LECTOR. ACIERTO. GENERO. BETA**

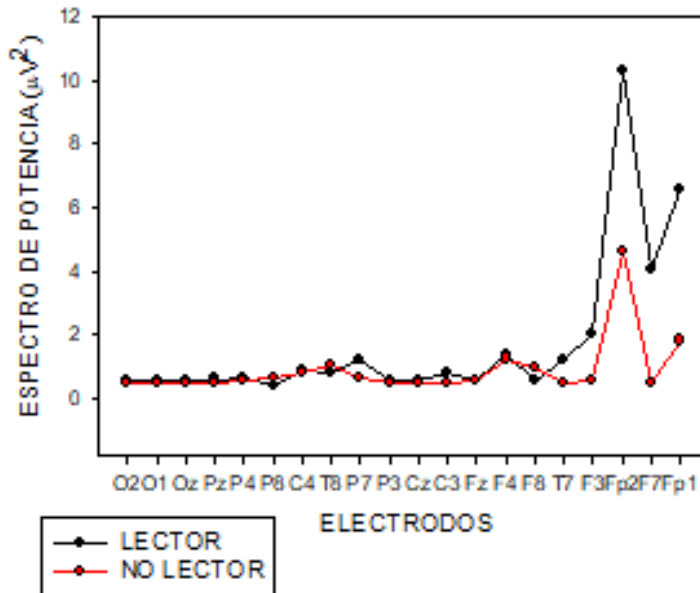


En la figura 36 se muestra la banda Beta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Beta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales existe similitud de potencia absoluta en la mayoría de los canales del sujeto no lector, con excepción de los canales F2 y F3, los cuales manifestaron menor potencia absoluta. Por otra

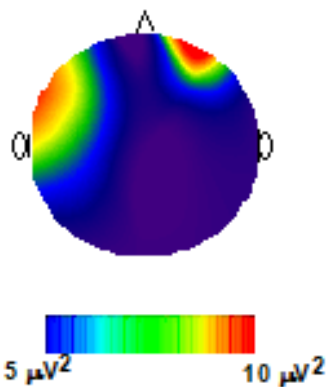
parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector son Fp2, Fp1, F7 y F3. En este caso el sujeto lector mostró actividad similar a la del no lector, con excepción de los canales Fp2, Fp1, F7 y F3.

Figura 37. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta acertada de género.

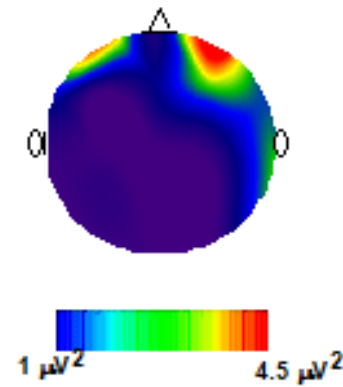
“El niño corre en el parque”



LECTOR. ACIERTO. GENERO. GAMMA



NO LECTOR. ACIERTO. GENERO. GAMMA

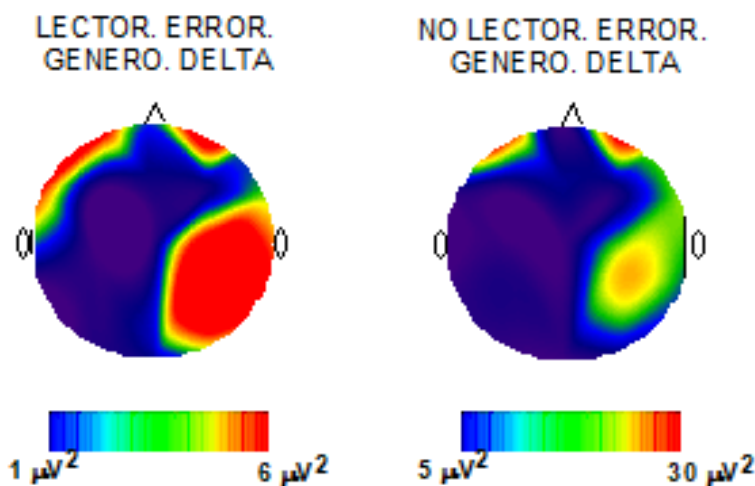
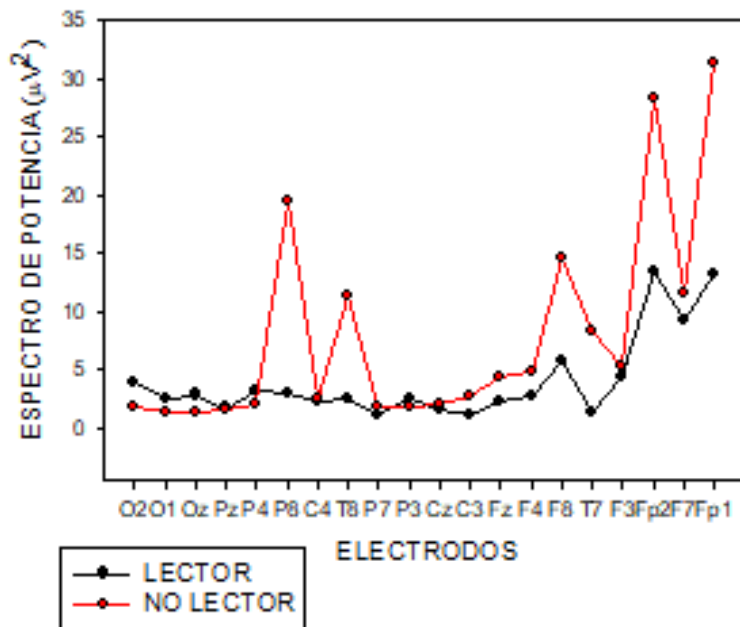


En la figura 37 se muestra la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales Fp1, Fp2, F7, F3, y F4 de ambos sujetos. Por otra parte, a pesar de mostrar ambos casos los mismos canales con mayor potencia absoluta, los canales con

mayor potencia absoluta del sujeto lector muestran mayor activación que los mismos canales del sujeto no lector. También es posible observar mayor potencia absoluta en las zonas frontotemporales izquierdas de ambos sujetos.

**Figura 38. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta errada de género.**

**“El señor carga al bebé”**

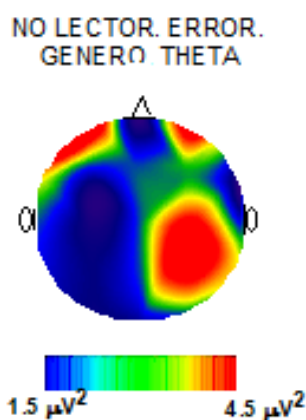
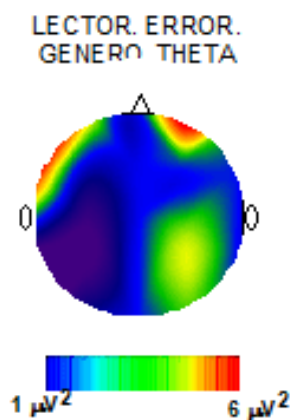
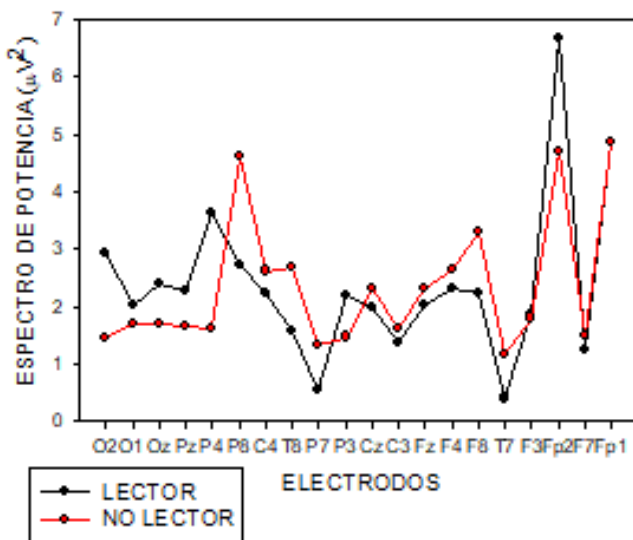


En la figura 38 se muestra la banda Delta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Delta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mitad de los canales del sujeto no lector y el resto con igual similar potencia absoluta que los canales del sujeto lector, a excepción de los canales Oz, O1, O2 y P4, en los cuales la potencia absoluta del sujeto lector fue mayor.

Los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector son P8, T8, F8, T7, Fp2, F7 y Fp1, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron Fp2, F3, F7, Fp1 y F8. También es posible observar mayor potencia absoluta en las regiones frontal derecha y frontotemporal izquierda del sujeto no lector, asimismo se observa mayor potencia absoluta en la región frontotemporal izquierda del sujeto lector.

**Figura 39. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta errada de género.**

**“El señor carga al bebé”**

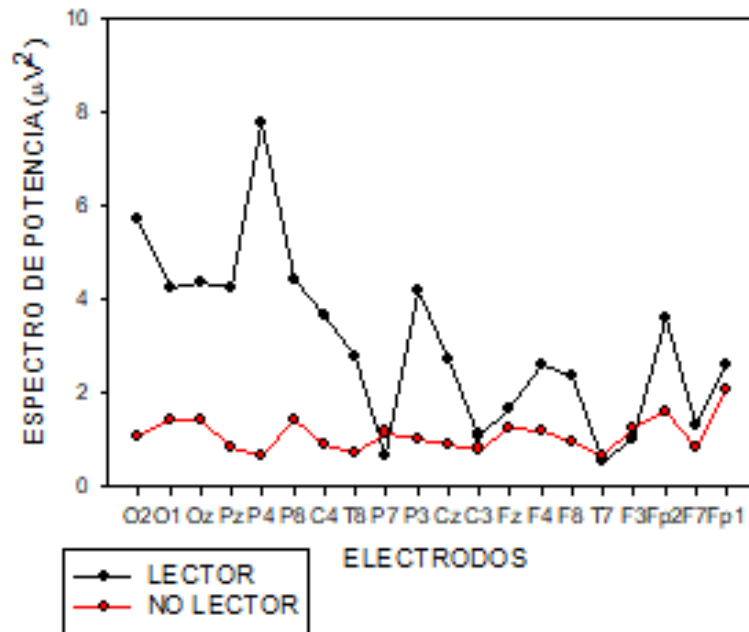


En la figura 39 se muestra la banda Theta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Theta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto no lector, en comparación con la potencia absoluta de los canales del sujeto lector, con excepción del canal Fp2, en el cual el sujeto lector presentó mayor potencia absoluta. Los canales del sujeto no

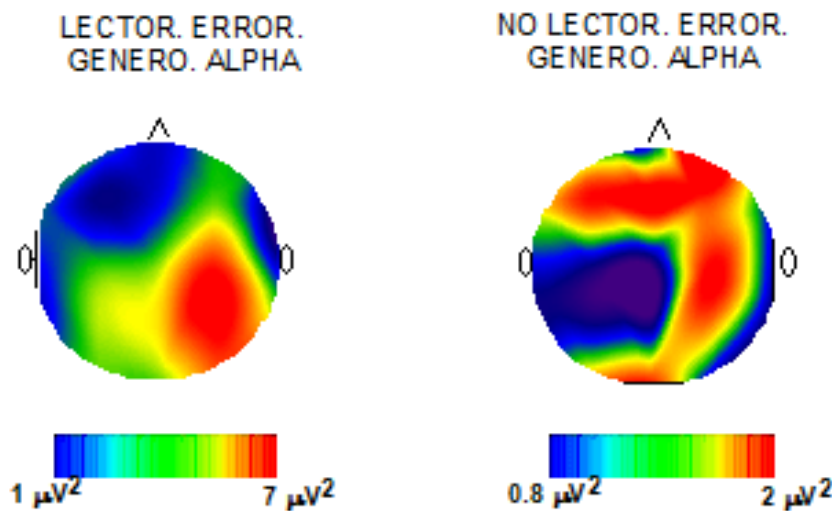
lector que manifestaron mayor potencia absoluta fueron P8, F8, Fp2, Fp1, C4, T8 y F4, mientras que los canales del sujeto lector que manifestaron mayor potencia absoluta fueron O2, P4, P3, Cz, Oz, O1, Pz, F2, F4, F8, Fp2 y Fp1. También se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontal derecha y frontotemporal izquierda del sujeto no lector, mientras que se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontotemporal izquierda y parietooccipital derecha del sujeto lector.

**Figura 40. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta errada de género.**

**“El señor carga al bebé”**



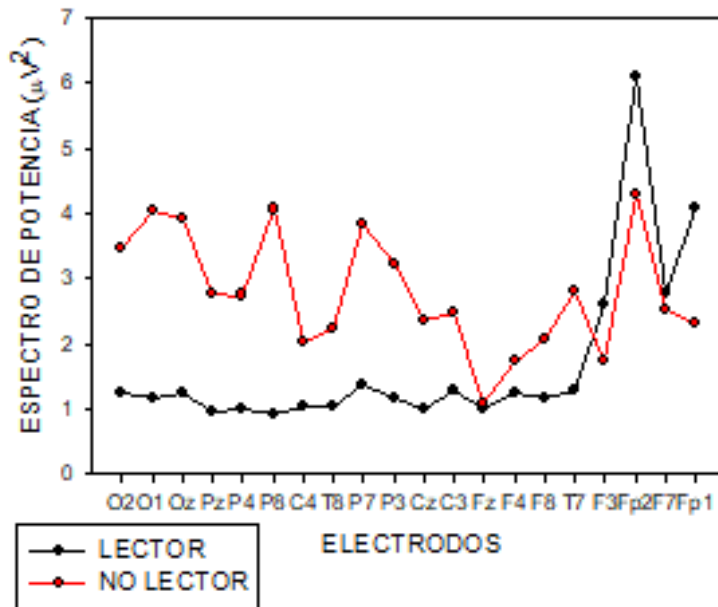
En la figura 40 se muestra la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales Fp1, Fp2, F3, F7 P8, O1 y Oz del sujeto no lector. Por otra parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector son O2, P4, P3, F4, F8, Fp2 y Fp1. En este caso el sujeto lector



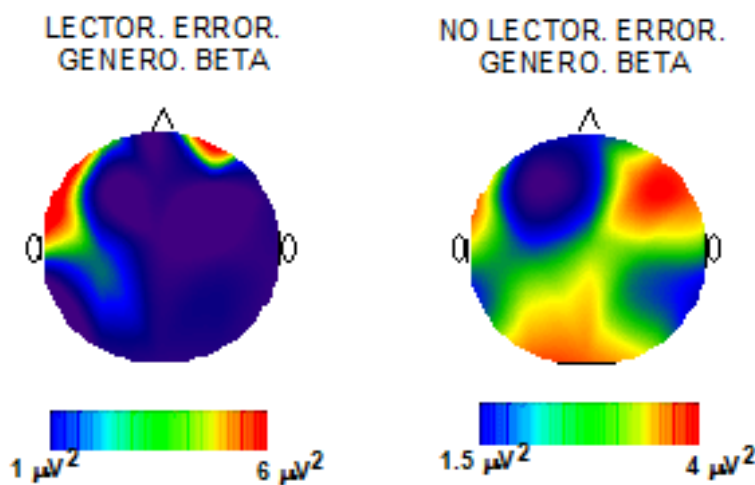
mostró mayor potencia absoluta en la mayoría de los canales. También se observó mayor potencia absoluta en la zona parietooccipital derecha en el sujeto lector, mientras que se observó mayor potencia absoluta en la zona frontal derecha del sujeto no lector.

**Figura 41. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta errada de género.**

**“El señor carga al bebé”**



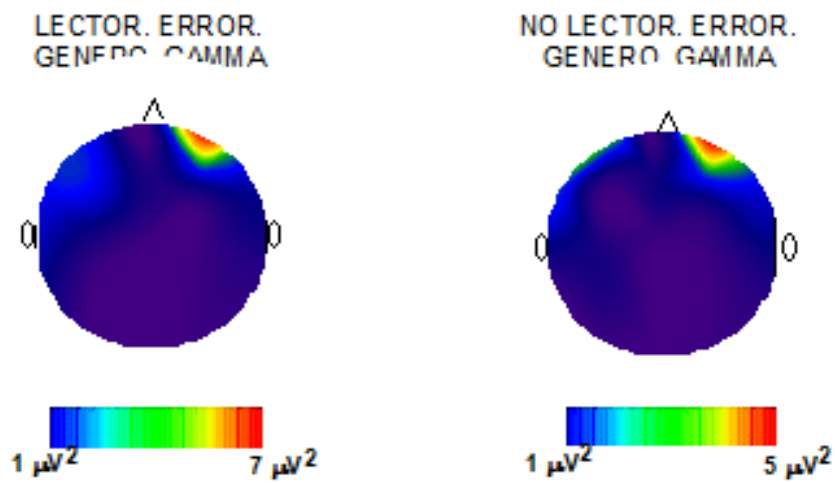
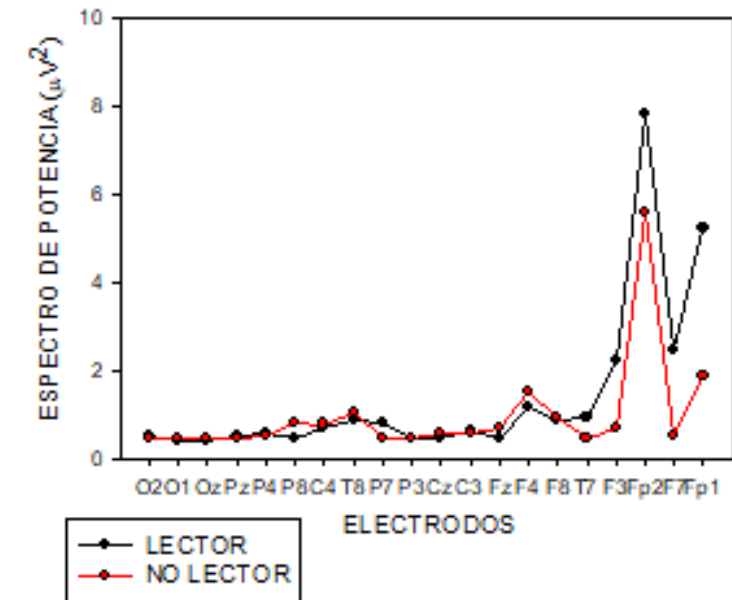
En la figura 41 se muestra la banda Beta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Beta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto no lector, con excepción del canal Fp2, el cual manifestó menor potencia absoluta, siendo este y el canal Fp1 los canales



con mayor potencia absoluta del sujeto lector. Los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector son O1, Oz, P8, P7, P3, C3, T7 y Fp2, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron Fp2, F3, F7 y Fp1.

Figura 42. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta errada de género.

“El señor carga al bebé”



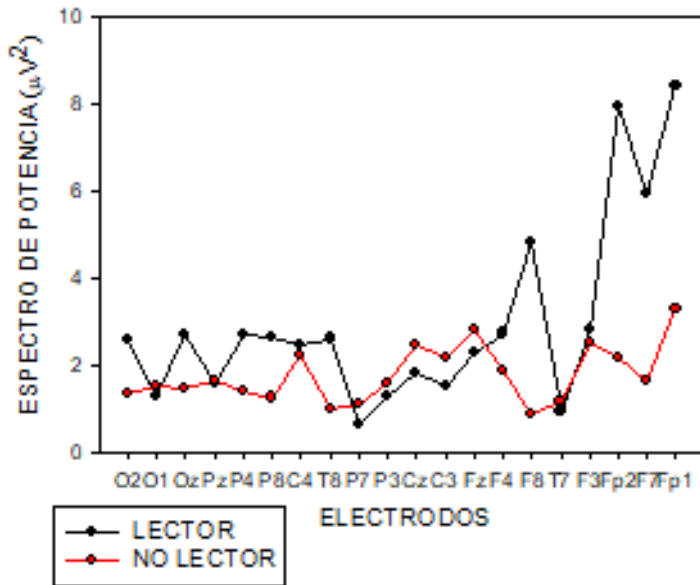
En la figura 42 se muestra la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales Fp1, Fp2, F7, F3, y F4 de ambos sujetos. Por otra parte, a pesar de mostrar ambos casos los mismos canales con mayor potencia absoluta, los canales con mayor potencia

absoluta del sujeto lector muestran mayor activación que los mismos canales del sujeto no lector. También es posible observar mayor potencia absoluta en las zonas frontotemporales izquierdas de ambos sujetos.

4.5.2 Comparación de bandas de dos sujetos durante una respuesta de número.

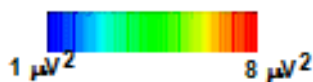
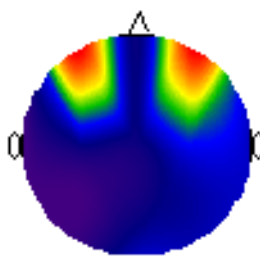
Figura 43. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta acertada de número.

“Los barcos navegan en el mar”

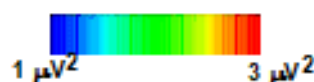
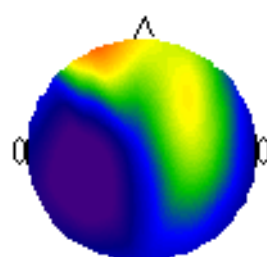


En la figura 43 se muestra la banda Delta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Delta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto lector en comparación los canales del sujeto no lector.

LECTOR. ACIERTO. NUMERO. DELTA



NO LECTOR. ACIERTO. NUMERO. DELTA

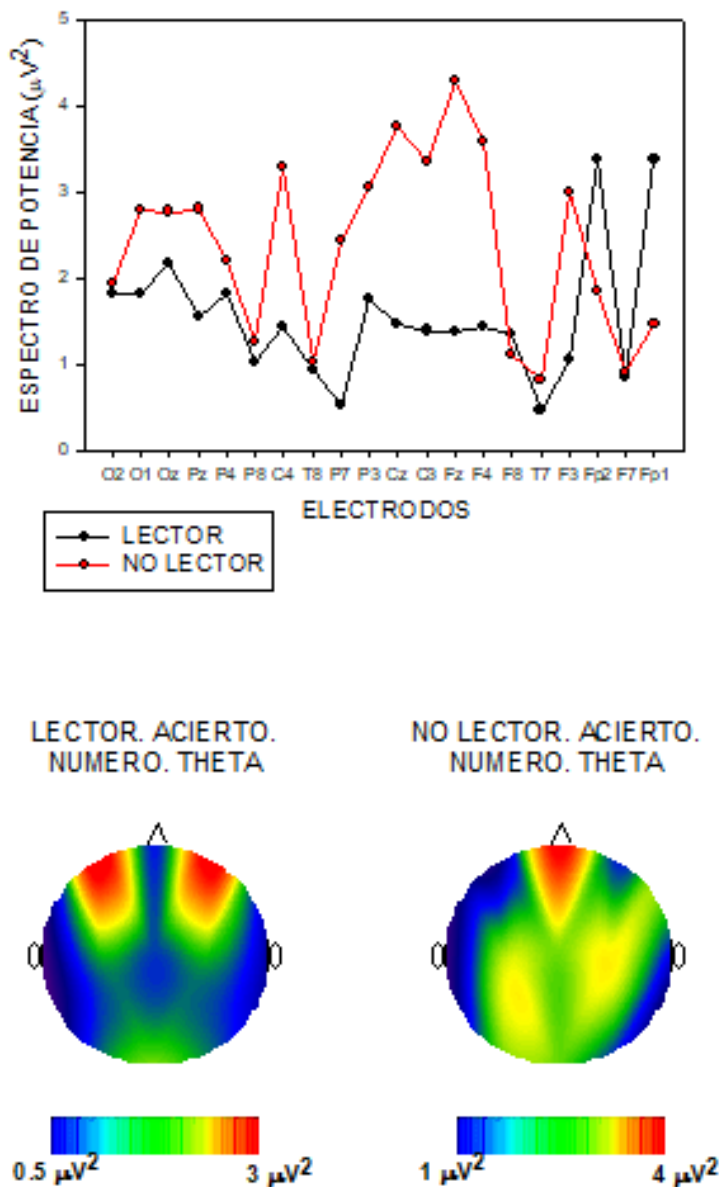


Los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector fueron C4, Cz, C3, Fz, F3, Fp2 y Fp1, mientras que los canales con mayor

potencia absoluta del sujeto lector fueron O2, Oz, P4, P8, C4, T8, F4, F8, F3, Fp2, F7 y Fp1. También es posible observar mayor potencia absoluta en las regiones frontal izquierda y temporal derecha del sujeto no lector, asimismo se observa mayor potencia absoluta en la región frontal izquierda del sujeto lector.

**Figura 44. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta acertada de número.**

**“Los barcos navegan en el mar”**

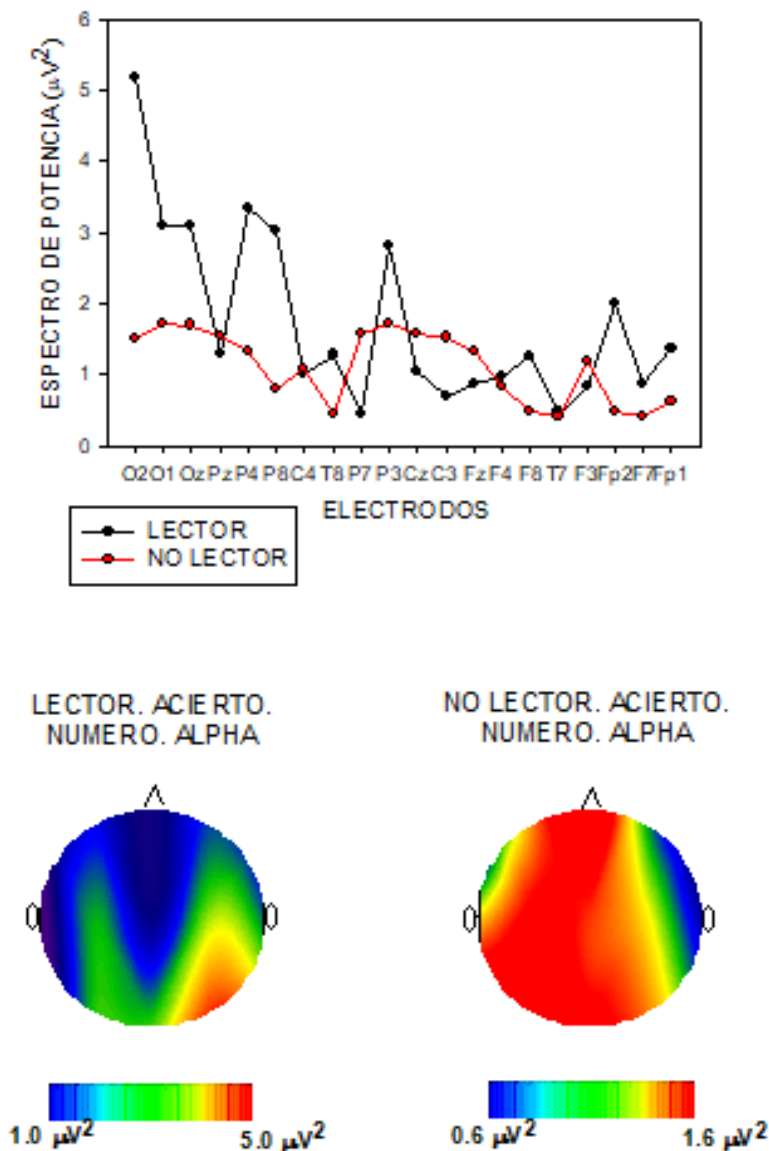


En la figura 44 se muestra la banda Theta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Theta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto no lector, en comparación con la potencia absoluta de los canales del sujeto lector, con excepción de los canales Fp2 y F4, en los cuales el sujeto lector presentó mayor potencia absoluta. Los canales del sujeto no lector

que manifestaron mayor potencia absoluta fueron O1, Oz, Pz, C4, P4, P7, P3, Cz, C3, Fz, F4, F3 y Fp2, mientras que los canales del sujeto lector que manifestaron mayor potencia absoluta fueron O2, O1, Oz, P4, C4, P3, Cz, C3, Fz, F4, F8, Fp2 y Fp1. También se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontal izquierda y parietooccipital derecha del sujeto lector, mientras que se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontal izquierda y temporal bilateral del sujeto no lector.

**Figura 45. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta acertada de número.**

**“Los barcos navegan en el mar”**



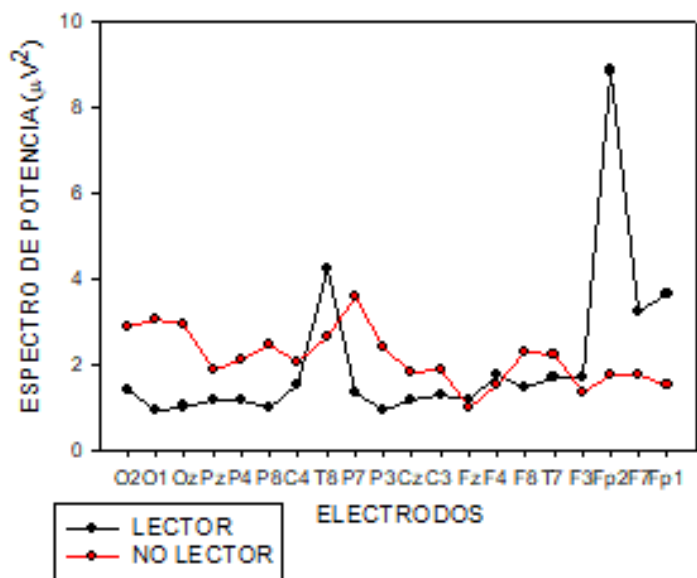
En la figura 45 se muestra la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales O2, O1, Oz, P4, P8, P3, F8, Fp2 y Fp1 del sujeto lector. Por otra parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector son O1, Oz, P7, P3, Cz, C3, Fz y F3. En este caso el sujeto lector mostró mayor

potencia absoluta en la mayoría de los canales. Por otro lado, se observaron valores similares entre los canales cercanos, lo cual manifiesta activación similar en zonas corticales cercanas.

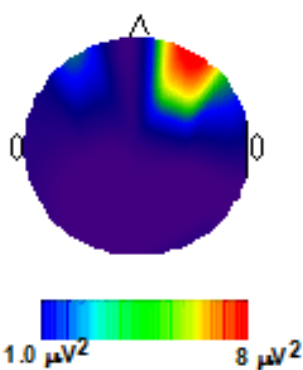
También se observó mayor potencia absoluta en las zonas parietal derecha, occipital derecha y frontal derecho y en el sujeto lector, mientras que se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontotemporal izquierda, occipital izquierdo y frontal izquierdo del sujeto no lector.

**Figura 46. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta acertada de número.**

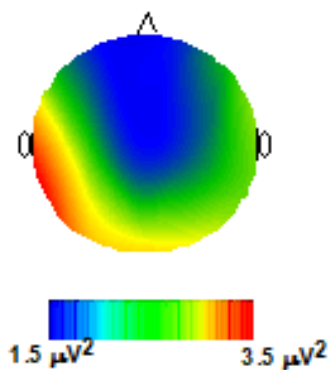
**“Los barcos navegan en el mar”**



**LECTOR. ACIERTO. NUMERO. BETA**



**NO LECTOR. ACIERTO. NUMERO. BETA**

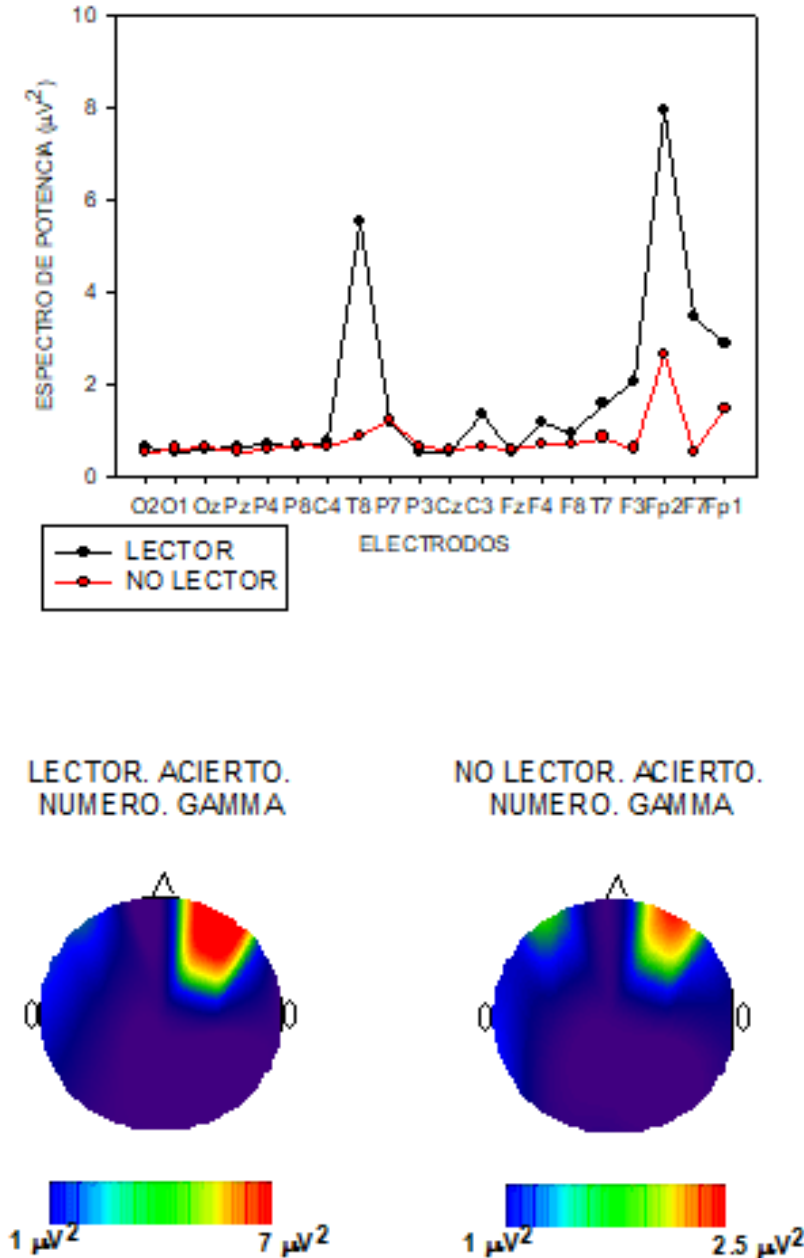


En la figura 46 se muestra la banda Beta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Beta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu\text{V}^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto no lector, con excepción de los canales Fp2, F7, Fp1 y T8 los cuales manifestaron menor potencia absoluta que los mismos canales del sujeto lector.

Los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector fueron O1, O2, Oz, P7, P3, C3, F8 y T7, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron Fp2, F7, Fp1 y T8. Es posible apreciar que la región con mayor potencia absoluta del sujeto lector es la frontotemporal izquierda, mientras que las zonas con mayor potencia absoluta del sujeto no lector son frontotemporal derecho y occipital bilateral.

Figura 47. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta acertada de número.

“Los barcos navegan en el mar”

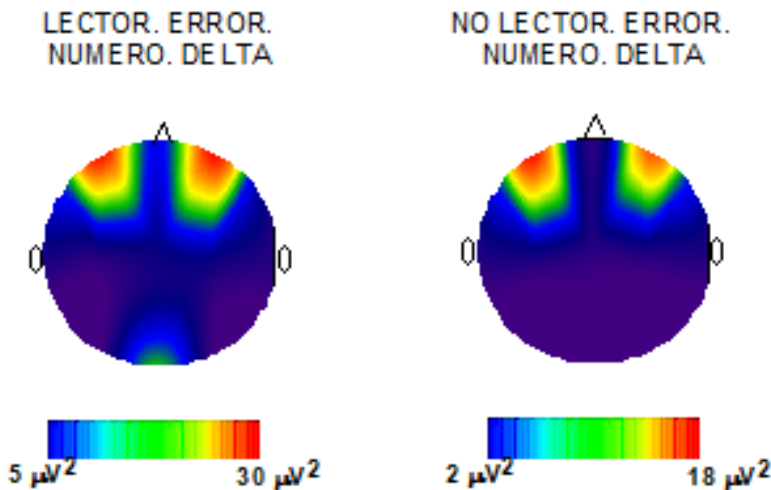
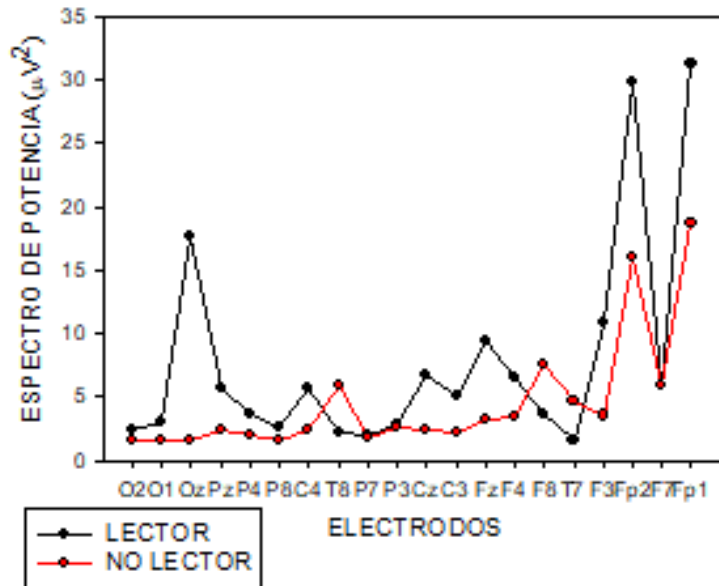


En la figura 47 se muestra la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales Fp1, Fp2 y P7 del sujeto no lector, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron T8, C3, F4, F8, T7, F3, Fp2, F7 y Fp1. También es posible observar

mayor potencia absoluta en las zonas frontales izquierdas de ambos sujetos.

**Figura 48. Comparación de bandas Delta de dos sujetos en una respuesta errada de número.**

**“Las guacamayas están sobre el señor”**

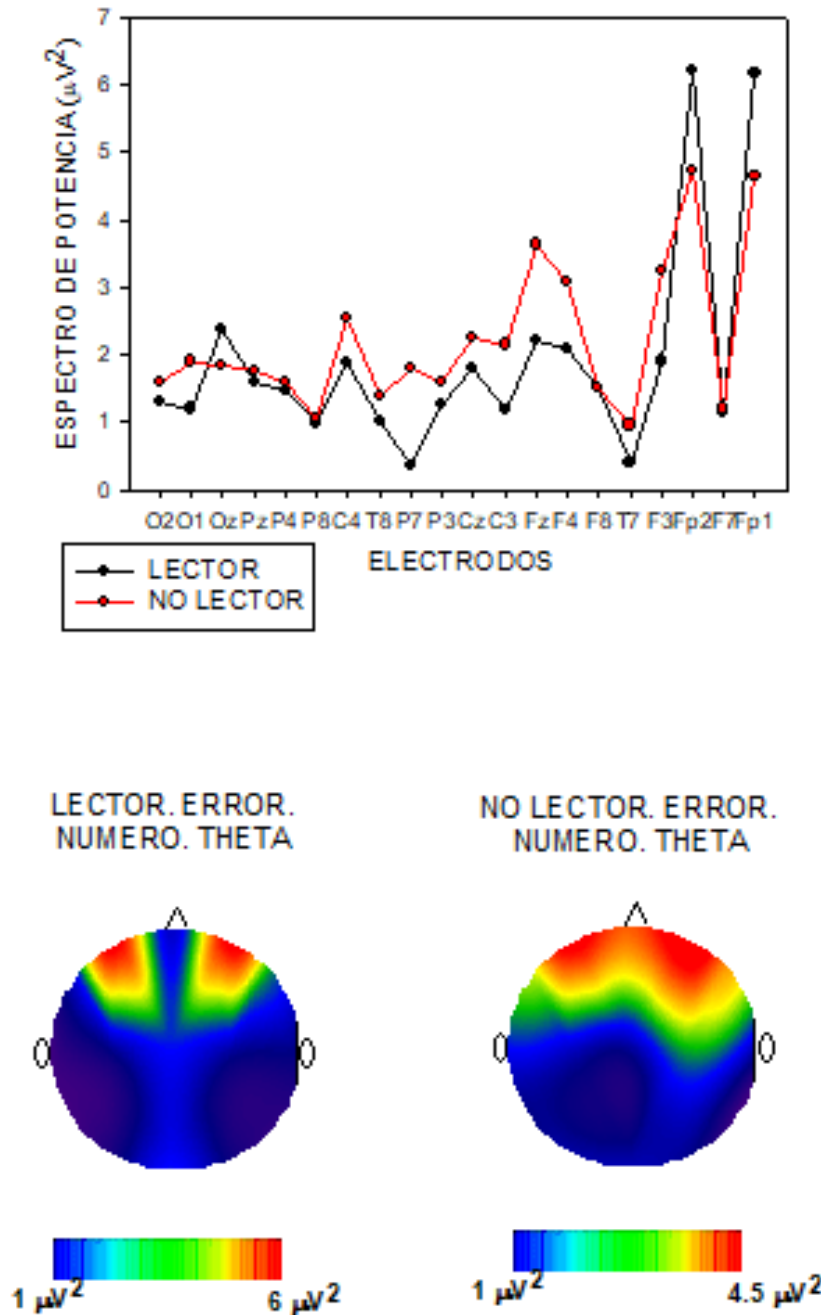


En la figura 48 se muestra la banda Delta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Delta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto lector en comparación los canales del sujeto no lector.

Los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector fueron T8, F4, F8, T7, Fp2 y Fp1, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron Oz, Pz, P4, C4, Cz, C3 Fz, F4, F3, Fp2, F7 y Fp1. También es posible observar mayor potencia absoluta en las regiones frontal izquierda y occipital central del sujeto lector, asimismo se observa mayor potencia absoluta en la región frontal izquierda del sujeto no lector.

**Figura 49. Comparación de bandas Theta de dos sujetos en una respuesta errada de número.**

**“Las guacamayas están sobre el señor”**

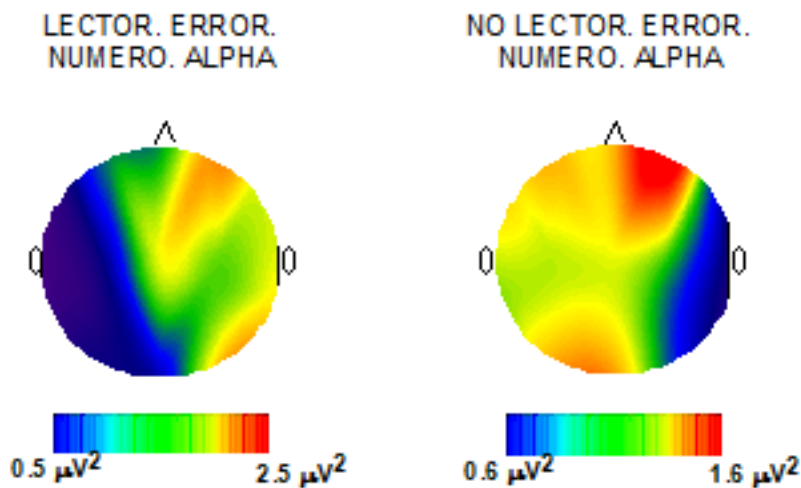
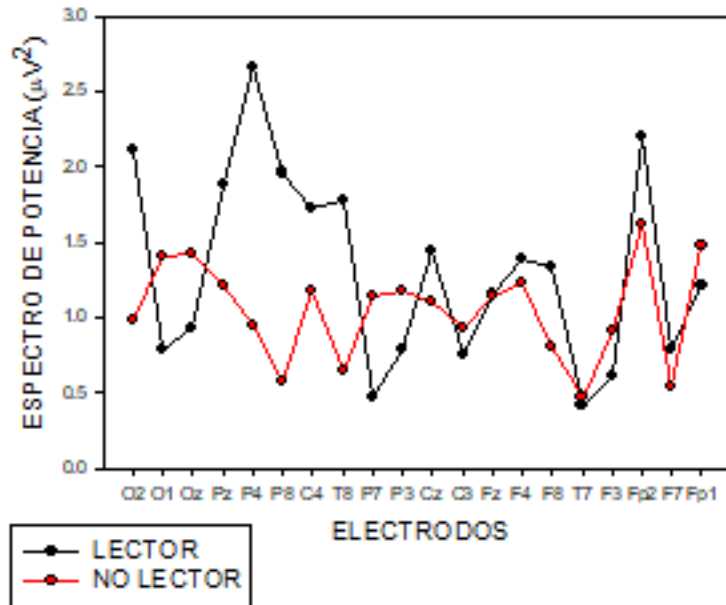


En la figura 49 se muestra la banda Theta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Theta en cada electrodo de un sujeto no lector. Los canales del sujeto no lector que manifestaron mayor potencia absoluta fueron O1, Oz, C4, P7, Cz, Fz, F4, F3, Fp2 y Fp1, mientras que los canales del sujeto lector que manifestaron mayor potencia absoluta fueron Oz, C4, Fz, F4, F3, Fp2 y Fp1. También se observó mayor potencia absoluta

en la zona frontal izquierda del sujeto lector, mientras que se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontal izquierda y temporal izquierda del sujeto no lector.

**Figura 50. Comparación de bandas Alpha de dos sujetos en una respuesta errada de número.**

**“Las guacamayas están sobre el señor”**

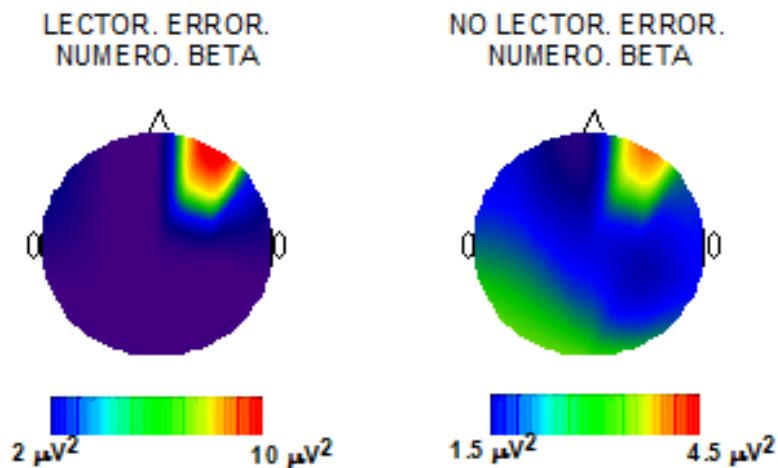
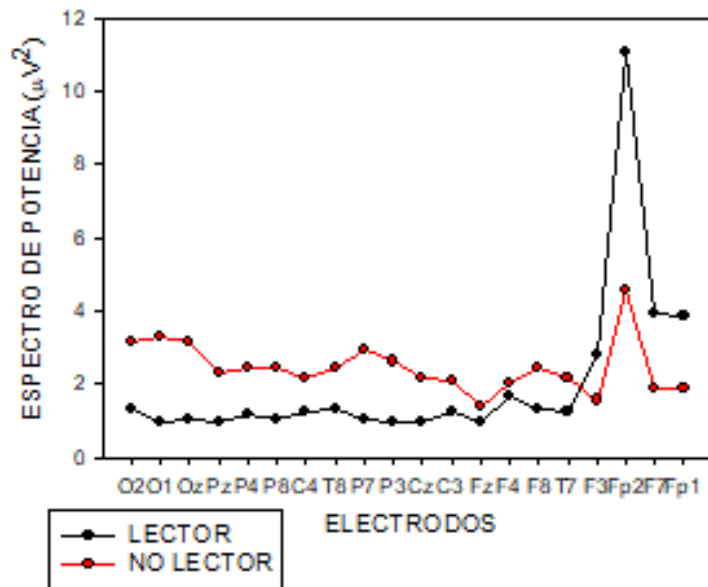


En la figura 50 se muestra la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Alpha en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que hay mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en los canales O2, Pz, P4, P8, C4, T8, Cz, Fz, F4, F8, Fp2 y Fp1 del sujeto lector. Por otra parte, los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector son O1, Oz, Pz,

P4, C4, P7, P3, Cz, C3, Fz, F4, Fp2 y Fp1. También se observó mayor potencia absoluta en las zonas TPO derecha y frontotemporal izquierda en el sujeto lector, mientras que se observó mayor potencia absoluta en las zonas frontotemporal derecha, occipital izquierda, frontal central y frontotemporal izquierda del sujeto no lector.

**Figura 51. Comparación de bandas Beta de dos sujetos en una respuesta errada de número.**

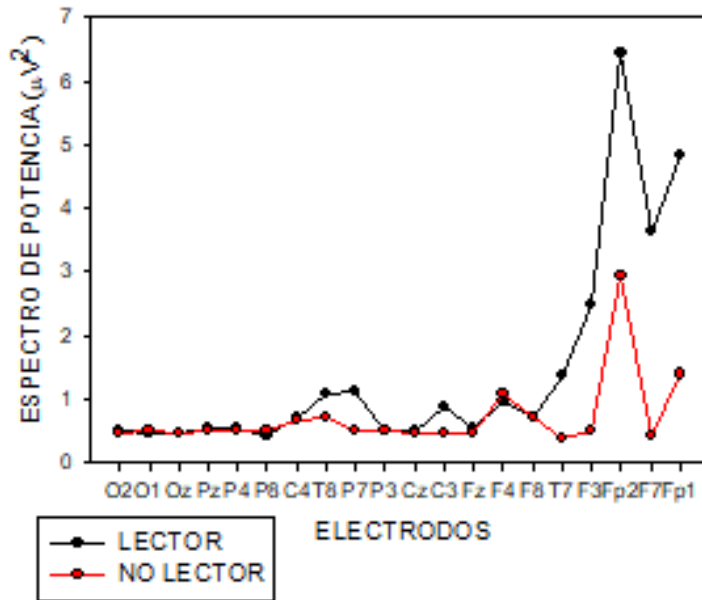
**“Las guacamayas están sobre el señor”**



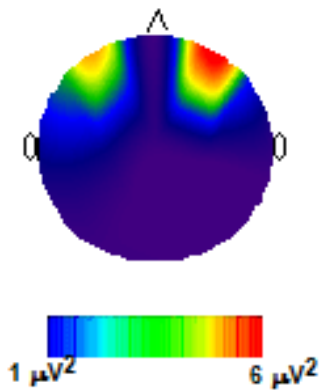
En la figura 51 muestra la banda Beta en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Beta en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que existe mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) en la mayoría de los canales del sujeto no lector, con excepción de los canales Fp2, F7, Fp1 y F3, los cuales manifestaron menor potencia absoluta que los mismos canales del sujeto lector. Los canales con mayor potencia absoluta del sujeto no lector fueron O1, O2, Oz, P7, P3, C3, F4 F8, T7 y Fp2, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron Fp2, F7, Fp1, F4 y F3. Es posible apreciar que la región con mayor potencia absoluta del sujeto lector es la frontotemporal izquierda, mientras que las zonas con mayor potencia absoluta del sujeto no lector son frontotemporal bilateral y occipital bilateral.

Figura 52. Comparación de bandas Gamma de dos sujetos en una respuesta errada de número.

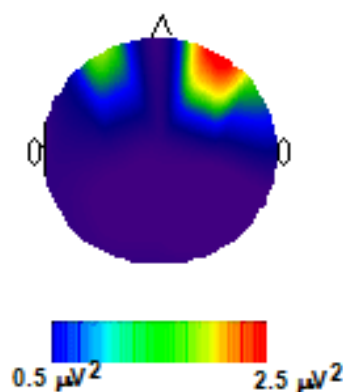
“Las guacamayas están sobre el señor”



LECTOR. ERROR. NUMERO. GAMMA



NO LECTOR. ERROR. NUMERO. GAMMA



En la figura 52 se muestra la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto lector, comparado con la banda Gamma en cada electrodo de un sujeto no lector. Es posible apreciar que los canales con mayor potencia absoluta ( $\mu V^2$ ) del sujeto no lector fueron C4, T8, F4, F8, Fp1 y Fp2, mientras que los canales con mayor potencia absoluta del sujeto lector fueron T8, P7, C3, F4, F8, F3, Fp2 y Fp1. También es posible observar mayor potencia

absoluta en las zonas frontales izquierdas de ambos sujetos.

## 5. Discusión.

### 5.1 Discusión de los datos conductuales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el grupo lector obtuvo una media de 91.3% y el grupo no lector una media de 89.85% de respuestas acertadas en las oraciones de género en la sección de oraciones de género y número de la prueba de Evaluación Clínico Neuropsicológica de la Afasia Puebla-Sevilla (Quintanar, Solovieva, León-Carrión, 2011); asimismo, el grupo lector obtuvo una media de 84.1% y el grupo no lector una media de 82.5% de respuestas acertadas en las oraciones de número en el mismo protocolo. La diferencia de medias de respuestas acertadas de género fue medida con la prueba estadística U Mann-Whitney, la cual arrojó un valor de 3.0 y el valor de  $p = 0.31$ . Respecto a las respuestas acertadas de número el grupo lector obtuvo una media de 84.1% y el grupo no lector una media de 82.5%. La diferencia de medias fue medida con la prueba estadística U Mann-Whitney, la cual arrojó un valor de 4.0 y el valor de  $p = 0.82$

Los presentes resultados demuestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de aciertos en los ítems de género y número. Sin embargo, la diferencia de medias indica mayor cantidad de aciertos en ambos tipos de ítems para el grupo lector, siendo más grande la diferencia en los ítems de género que en los de número, discrepando con los resultados de Adani, Van Der Lely, Forgiarini y Guasti (2014). No obstante, estas contradicciones son pertinentes debido a que la estructura gramatical inglesa es distinta a la hispana.

Tras analizar los datos de acuerdo con el desempeño individual durante la tarea, se observó que los datos conductuales tienden a mostrar homogeneidad. También se evidenció que los grupos no tienen una distribución normal. Probablemente, esto se deba a que los grupos están conformados por sujetos sanos, con buenas habilidades cognitivas y con adecuada comprensión del lenguaje, así como a la falta de una muestra más grande. Eso implica que la tendencia a cometer errores en el paradigma se reduzca a un mínimo.

Se encontró que los sujetos con hábitos lectores tuvieron igual o mayor puntaje conductual que los sujetos sin hábitos lectores en oraciones de género.

Sin embargo, esta tendencia no se observó en los datos conductuales de las oraciones de número, teniendo algunos sujetos no lectores puntajes más altos que los lectores.

## **5.2 Discusión de los datos electrofisiológicos**

Como ya se ha mencionado previamente en la presente investigación, la comprensión del lenguaje oral ha sido ampliamente estudiada por diversas ciencias. En lo concerniente a la neuropsicología, se han utilizado diversos instrumentos para su estudio, incluyendo pruebas conductuales, tecnología de neuroimagen (TACs, IRM) y en lo concerniente a la electroencefalografía, los métodos mayormente utilizados son los potenciales relacionados a eventos y la medición de coherencias. Es importante resaltar que independientemente de los métodos electroencefalográficos utilizados, un procedimiento básico y rutinario en el análisis electroencefalográfico consiste en eliminar del análisis la actividad eléctrica generada por movimientos oculares y músculos faciales. En la presente investigación la actividad eléctrica ocular y facial no fue eliminada del análisis, debido a que el objetivo fue observar todo el proceso de activación eléctrica durante la aplicación del paradigma utilizado.

De acuerdo con Teplan (2002), diversas regiones cerebrales no emiten las mismas ondas cerebrales de forma simultánea y una sola medición electroencefalográfica recibe muchas ondas con distintas características, las cuales tienen un significado diferente de la actividad cerebral. Por esta razón se realizó un análisis de cada frecuencia durante la integración auditiva de las oraciones y durante la realización de la tarea cognoscitiva.

### **5.2.1 Banda Delta**

Esta banda es la que presenta menos ondas por ciclo. Su frecuencia siempre se mantiene por debajo de los cuatro ciclos por segundo. Estas ondas son por lo general de un voltaje alto (70  $\mu$ V - 100  $\mu$ V) y su presencia en el adulto despierto siempre está asociada a la patología (Franco, 1980).

Como se observó en la figura 10, durante la comprensión auditiva, la banda Delta de los electrodos Fp1 y Fp2 del grupo no lector superó por mucho

al resto de sus electrodos y a todos los electrodos del grupo lector. No obstante, esta banda también ha sido identificada durante los movimientos oculares generados por la búsqueda visual (Muñoz, 1999). Debido a esto, es posible descartar la patología que estos voltajes de Delta podrían indicar.

En cuanto a la amplitud durante la elección de respuesta a las oraciones del paradigma (figura 21), es posible observar que el grupo lector manifestó mayor actividad de Delta en la región central y su mayor actividad se manifestó en frontal derecho, mientras que el grupo no lector la manifestó bilateralmente en la región frontal y su mayor actividad se manifestó en la región frontal bilateral, siendo esta más alta que la actividad frontal del grupo lector.

### **5.2.2 Banda Theta**

De acuerdo con Franco (1980), este ritmo se presenta normalmente durante la infancia y tiende a desaparecer gradualmente, conforme se completa el proceso madurativo del cerebro. La presencia de Theta es patológica en un individuo mayor a los 25 años de edad. Sin embargo, se ha descubierto que la presencia de Theta en el EEG ocurre en una variedad de estados mentales que incluyen estado hipnagógico, sueño REM, privación del sueño, resolución de problemas, procesamiento perceptivo, estado hipnótico, meditación, fenómeno afectivo y estados emocionales (Matsuoka, 1990). También se ha encontrado esta banda durante algunos procesos cognoscitivos y perceptivos (Muñoz, 1999). Su frecuencia se encuentra entre los 4 y los 7 Hertz y su voltaje es de 50  $\mu$ V. Respecto a su origen, este parece ser talámico, con identificación electroencefalográfica en los lóbulos parietal y temporal medial, propagándose hasta las zonas posteriores del lóbulo frontal y al vértex. La modificación e incluso interrupción de Theta provocada por estímulos emocionales fuertes, en particular los aflictivos, se deben a su relación con el tálamo y el hipotálamo. Estas ondas suelen ser simétricas y sincrónicas pero no siempre rítmicas.

Respecto al análisis cualitativo de la estimulación auditiva visto en la figura 12, este resultado parece indicar que los sujetos no lectores manifestaron mayor activación de Theta durante la integración auditiva en la región frontotemporal derecha y el grupo lector manifestó mayor amplitud Theta en la zona parietal central.

En lo concerniente a la amplitud manifestada de Theta del grupo lector durante el lapso de elección de respuesta en el paradigma (figura 23), la prueba estadística U Mann-Whitney reveló que la diferencia de medias de amplitudes entre ambos grupos no es estadísticamente significativa en esta banda.

### **5.2.3 Banda Alpha**

De acuerdo con Franco (1980), el ritmo Alpha se manifiesta principalmente en el adulto en estado de vigilia y con los ojos cerrados. Este ritmo desaparece con la apertura de los párpados y la percepción de estímulos visuales. Su frecuencia oscila entre los ocho y trece ciclos (Hz) por segundo y su amplitud se encuentra entre los 15 y 50  $\mu\text{V}$  (Greenfield, Geyer, & Carney, 2010). Cuando Alpha es lento puede acercarse mucho al ritmo Theta; por el contrario, puede acercarse mucho a Beta cuando es muy rápido. El origen de Alpha es occipital y se proyecta a zonas parietooccipitales.

En cuanto a la manifestación de Alpha durante la comprensión auditiva de las oraciones (figura 14), existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con hábitos lectores y el grupo sin este hábito.

Respecto a la actividad electrofisiológica manifestada durante el tiempo de selección de respuesta observada en la figura 25, se puede afirmar que de igual forma que en la sección correspondiente a la integración auditiva, las diferencias entre medias de ambos grupos resultaron ser estadísticamente significativas.

### **5.2.4 Banda Beta**

Junto a Alpha, el ritmo Beta constituye el dúo de ritmos en el adulto sano durante el estado de vigilia. La frecuencia de Beta oscila entre catorce y treinta ciclos (Hz) por segundo. Una de las características de Beta es que posee menor amplitud que Alpha. Su procedencia reside en las regiones rolándicas frontocentrales, siendo bilateral pero no sincrónico. El voltaje de Beta se encuentra entre 5  $\mu\text{V}$  y 10  $\mu\text{V}$ . Beta disminuye o desaparece ante la realización de movimientos o con la intención de hacerlos, además de resultar muy sensible a las variaciones de tono muscular. Su presencia está asociada con un estado

de excitación / alerta y sus ritmos rápidos (25 – 30 ciclos por segundo) se asocian a la utilización de fármacos somníferos, ansiedad y procesos cerebrovasculares (Franco, 1980).

Como se observó en la figura 16, el grupo no lector manifestó mayor amplitud que el grupo lector de banda Beta en todos los electrodos durante la comprensión auditiva, excepto en Fp2, en el cual la amplitud del grupo lector fue más alta que la del grupo no lector. Esto último puede deberse a mayor presencia de movimientos oculares y faciales durante este lapso. Es posible que esto signifique que el grupo sin hábitos de lectura presentó mayor esfuerzo cognoscitivo y estado de alerta necesarios para comprender las oraciones de género y número.

En lo concerniente a la amplitud de Beta durante la elección de respuesta de cada oración del paradigma (figura 27), la diferencia de medias de los grupos es estadísticamente significativa. También es posible afirmar de manera general, que en ambos grupos hubo mayor amplitud de banda Beta en regiones temporoparietooccipitales bilaterales y frontopolar derecho. Asimismo, es posible observar que la actividad eléctrica del grupo no lector fue más alta que la del grupo lector, con excepción del frontopolar derecho.

### **5.3.5 Banda Gamma**

Este es el ritmo de actividad más rápida (30 Hz – 200 Hz) y ha sido asociado a gran variedad de procesos cognoscitivos, incluyendo atención, procesamiento sensorial, integración perceptiva e incluso experiencia de conciencia (Dalal, Hamamé, Eichenlaub & Jerbi, 2010). La actividad gamma ha manifestado desempeñar un papel sumamente importante en el sueño, en la función cerebral y la cognición (Piantoni et al., 2013). Debido a la alta densidad sináptica, la onda Gamma alcanza un pico antes de la pubertad según la región cerebral (Huttenlocher & Dabholkar, 1997) y genera oscilaciones de mayor amplitud. La banda Gamma también ha sido relacionada con procesos cognoscitivos como toma de decisiones y memoria a corto plazo (Bosman, Lansink & Pennartz, 2014).

En cuanto a la comprensión auditiva, fue posible observar en la figura 18 que el grupo lector manifestó mayor voltaje de Gamma en regiones temporales

bilaterales y el grupo no lector manifestó mayor voltaje en regiones parietales bilaterales durante la escucha de oraciones con elementos de género y número.

En lo referente a la amplitud manifestada de Gamma durante el lapso de elección de respuesta en el paradigma (figura 29), fue posible observar a pesar de coincidir en la mayor amplitud bilateral temporal, que se manifestó mayor amplitud bilateral de la onda Gamma en la región temporal del grupo lector en comparación con la amplitud bilateral temporal del grupo no lector; también se observaron valores casi idénticos en la activación Gamma del lóbulo frontal izquierdo, pero una mayor activación Gamma del grupo no lector en el lóbulo frontal derecho. En lo referente a la actividad Gamma en regiones frontopolares, se observó amplitud casi idéntica en la región frontopolar izquierda, pero mayor amplitud en la región frontopolar derecha del grupo no lector que en la misma región del grupo lector.

Los datos previamente mencionados permiten afirmar que fue posible obtener espectros de potencia durante el procesamiento de oraciones con elementos de género y número, mediante la medición electroencefalográfica. Debido a esto se puede determinar que la participación de diferentes zonas cerebrales es indispensable para la comprensión de oraciones con elementos de género y número, de tal forma que se encuentran organizadas en lo que Luria (1979) llamó un "sistema funcional". Es decir, zonas cerebrales lejanas anatómicamente que se activan para desempeñar una función.

Asimismo, se descubrió que las personas con hábitos de lectura manifiestan mejor comprensión de oraciones en el plano verbal y presentan menor amplitud durante el proceso de comprensión que las personas sin hábitos lectores.

#### **5.4 Comparación de bandas de dos sujetos en una respuesta acertada y una errada de género y de número.**

De acuerdo con la literatura electroencefalográfica, las bandas relacionadas con los procesos cognoscitivos son Alpha, Beta y Gamma. El sujeto lector manifestó mayor actividad cortical de estas bandas en las regiones occipital bilateral, temporal izquierda, parietal bilateral, motora y premotora

bilaterales, motora y premotora centrales, frontal bilateral y frontopolar bilateral durante la elección acertada de respuesta tras haber procesado adecuadamente una oración con elemento de género. Por otra parte, las bandas que se relacionan con el estado de vigilia en reposo son Delta y Theta. Al mismo tiempo, Delta también se presentó en la corteza durante la búsqueda visual. El sujeto lector expresó mayor amplitud de estas dos bandas al acertar en la selección de respuesta de una oración con elemento de género en las regiones occipital central, temporal bilateral, parietal bilateral, parietal central, motora y premotora bilaterales, motora y premotora centrales, frontal bilateral y frontopolar bilateral.

En comparación con el sujeto lector, el sujeto sin hábitos de lectura manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital bilateral, occipital central, temporal derecha, parietal bilateral, parietal central, motora y premotora derechas, frontal bilateral, y frontopolar bilateral durante la elección acertada de respuesta tras haber procesado adecuadamente una oración con elemento de género. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de bandas Delta y Theta en las regiones occipital izquierda, occipital central, temporal bilateral, parietal bilateral, parietal central, motora y premotora bilaterales, frontal bilateral y frontopolar bilateral.

El sujeto lector manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital bilateral y central, temporal bilateral, parietal bilateral, motora y premotora bilaterales, motora y premotora central, frontal bilateral, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección errada de respuesta tras haber procesado inadecuadamente una oración con elemento de género. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de las bandas Delta y Theta en las regiones occipital bilateral, occipital central, temporal derecha, parietal bilateral, parietal central, motora y premotora derechas, frontal bilateral, frontal derecha, frontal central y frontopolar bilateral al errar en la selección de respuesta.

El sujeto sin hábitos de lectura manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital central y bilateral, temporal bilateral, parietal bilateral, frontal derecha, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección errada de respuesta tras haber procesado inadecuadamente una oración con elemento de género. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de las bandas Delta y Theta en las regiones

temporal bilateral, parietal bilateral y central, frontal bilateral y central y frontopolar bilateral al errar en la selección de respuesta de género.

El sujeto lector manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital bilateral y central, temporal bilateral, parietal bilateral, motora y premotora bilaterales, frontal bilateral y frontopolar bilateral durante la elección acertada de respuesta tras haber procesado adecuadamente una oración con elemento de número. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de las bandas Delta y Theta en las regiones occipital bilateral, occipital central, temporal derecha, parietal bilateral, motora y premotora derechas, motora y premotora central, frontal bilateral y frontopolar bilateral al acertar en la selección de respuesta.

El sujeto sin hábitos lectores manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital bilateral y central, temporal bilateral, parietal izquierda, parietal central, motora y premotora izquierdas, motora y premotora centrales, frontal bilateral, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección acertada de respuesta tras haber procesado adecuadamente una oración con elemento de número. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de las bandas Delta y Theta en las regiones occipital izquierda, occipital central, temporal izquierda, parietal bilateral y central, motora y premotora bilaterales y centrales, frontal bilateral, frontal central y frontopolar bilateral al acertar en la selección de respuesta de número.

El sujeto sujeto manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital derecha, temporal bilateral, parietal bilateral y central, motora y premotora derechas, motora y premotora centrales, frontal bilateral, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección errada de respuesta tras haber procesado inadecuadamente una oración con elemento de número. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de las bandas Delta y Theta en las regiones occipital central, temporal derecha, parietal bilateral y central, motora y premotora bilaterales y centrales, frontal bilateral y central y frontopolar bilateral al errar en la selección de respuesta de número.

El sujeto sin hábitos lectores manifestó mayor actividad cortical de las bandas Alpha, Beta y Gamma en las regiones occipital bilateral y central, temporal derecha, parietal izquierda, parietal central, motora y premotora derechas, motora y premotora centrales, frontal bilateral, frontal central y

frontopolar bilateral durante la elección errada de respuesta tras haber procesado inadecuadamente una oración con elemento de número. Por otra parte, el mismo sujeto expresó mayor amplitud de las bandas Delta y Theta en las regiones occipital bilateral, occipital central, temporal bilateral, parietal derecha, parietal izquierda, parietal central, motora y premotora bilaterales y centrales, frontal bilateral y central y frontopolar bilateral al errar en la selección de respuesta de número.

## **6. Conclusiones**

Mediante la presente investigación es posible concluir lo siguiente:

La sección de comprensión de oraciones de género y número correspondiente a la prueba de Evaluación Clínico Neuropsicológica de la Afasia Puebla-Sevilla (Quintanar, Solovieva, León-Carrión, 2011) es sensible al funcionamiento del mecanismo psicofisiológico de organización secuencial motora, pues los sujetos de ambos grupos manifestaron activación de la zona central durante la exposición a estas oraciones. En dicha zona se localizan las zonas premotora y motora. Esto proporciona evidencia experimental que apoya la afirmación de Luria (1978) acerca de la participación de la zona premotora en la comprensión de oraciones.

El procedimiento de medición electroencefalográfica, el análisis de datos electrofisiológicos y el paradigma computarizado fueron instrumentos adecuados para la obtención de espectros de potencia de sujetos con y sin hábitos lectores durante la escucha de oraciones con elementos de género y número.

La prueba estadística U Mann-Whitney permitió contrastar los espectros de potencia obtenidos durante la escucha de oraciones con concordancia de género y número en sujetos sanos con y sin hábitos lectores.

Mediante el procesamiento de datos electrofisiológicos obtenido fue posible identificar las zonas cerebrales que garantizan la comprensión de oraciones con concordancia de género y número en grupos de sujetos sanos con y sin hábitos lectores.

Las zonas corticales que se activaron con mayor amplitud en ambos grupos para contribuir a la comprensión de oraciones fueron temporal bilateral, parietal derecha, occipital derecha y motora y premotora derecha.

Aunque existen diferencias perceptibles en la cantidad de aciertos que favorecen al grupo lector frente al no lector, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el desempeño conductual de los aciertos de género y número.

En cuanto a la medición electroencefalográfica, las diferencias de medias entre ambos grupos resultaron ser estadísticamente significativas, principalmente en la amplitud manifestada y es posible afirmar que existen diferencias en los patrones de activación cortical entre sujetos con y sin hábitos lectores durante la comprensión de oraciones en el plano verbal.

Los sujetos con hábitos de lectura, al igual que los sujetos sin hábitos de lectura, expresaron actividad en ambos hemisferios cerebrales durante la comprensión auditiva. Sin embargo, activaron puntos corticales más focales que los sujetos sin hábitos de lectura.

Es necesaria la participación de más zonas corticales durante la comprensión de oraciones por parte del grupo no lector, en comparación con el grupo lector.

Un sujeto con hábitos de lectura y uno sin ellos activaron las regiones occipital bilateral, parietal bilateral, frontal bilateral y frontopolar bilateral durante la elección acertada de respuesta tras haber procesado adecuadamente una oración con elemento de género. Sin embargo, únicamente en el sujeto lector fue posible observar la activación de las regiones temporal izquierda, motora y premotora bilaterales, motora y premotora centrales y únicamente en el sujeto sin hábitos de lectura fue posible observar la activación de las regiones occipital central, temporal derecha, parietal central, motora y premotora derechas.

Un sujeto con hábitos de lectura y uno sin ellos activaron las regiones occipital central y bilateral, temporal bilateral, parietal bilateral, frontal derecha, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección errada de respuesta tras haber procesado inadecuadamente una oración con elemento de género. Sin embargo, únicamente en el sujeto lector es posible observar la activación de las regiones motora y premotora bilaterales, motora y premotora central, frontal

izquierda y únicamente en el sujeto sin hábitos de lectura es posible observar la activación de la región frontal derecha.

Un sujeto con hábitos de lectura y uno sin ellos activaron las regiones occipital bilateral y central, temporal bilateral, parietal izquierda, motora y premotora izquierdas, frontal bilateral, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección acertada de respuesta tras haber procesado adecuadamente una oración con elemento de número. Sin embargo, únicamente en el sujeto lector es posible observar la activación de las regiones parietal derecha, motora y premotora derechas y únicamente en el sujeto sin hábitos de lectura es posible observar la activación de las regiones parietal central, motora y premotora centrales.

Ambos sujetos coinciden en la activación de las regiones parietal central, motora y premotora derechas, motora y premotora centrales, frontal bilateral, frontal central y frontopolar bilateral durante la elección errada de respuesta tras haber procesado inadecuadamente una oración con elemento de número. Sin embargo, únicamente en el sujeto lector es posible observar la activación de las regiones occipital derecha, temporal izquierda y parietal derecha y únicamente en el sujeto sin hábitos de lectura es posible observar la activación de las regiones occipital izquierda y central, temporal derecha y parietal izquierda.

Durante la escucha de oraciones el sujeto no lector presentó mayor activación general de las bandas Alpha y Beta respecto al sujeto lector, lo cual implica mayor esfuerzo cognoscitivo y estado de alerta necesario por parte del sujeto no lector para comprender las oraciones de género y número. posible concluir que los sujetos con hábitos lectores necesitan activar menor número de regiones cerebrales y manifiestan menor amplitud durante la comprensión de oraciones en el plano verbal.

## Referencias

- Adani, F., Forgiarini, M., Guasti, M. T., & van der Lely, H. K. J. (2014). Number dissimilarities facilitate the comprehension of relative clauses in children with (Grammatical) Specific Language Impairment. *Journal of Child Language*, 41(4), 811-841. doi: 10.1017/S0305000913000184
- Adank, P. & Devlin, J. (2010). On-line plasticity in spoken sentence comprehension: Adapting to time-compressed speech. *Neuroimage*, 49, pp. 124-1132.
- Anton-Mendez, I., Nicol, J., & Garret, M. (2002). *The relation between gender and number agreement processing*. Blackwell Publishers, 5, pp. 1-25.
- Bahlmann, J., Schubotz, R., & Friederici, A.D. (2008). Hierarchical artificial grammar processing engages Broca's area. *NeuroImage* 42: 525–534.
- Bañón, J. Fiorentino, R. & Gabriele, A. (2012). The processing of number and gender agreement in Spanish: An event-related potential investigation of the effects of structural distance. *Brain Research*, 1456, pp. 49-63.
- Bedny, M. & Caramazza, A. (2011). Perception, action, and word meanings in the human brain: the case from action verbs. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1224, pp. 81-95.
- Buchweitz, A., Mason, R., Tomitch, L. & Just, M. (2009). Brain activation for reading and listening comprehension: An fMRI study of modality effects and individual differences in language comprehension. *Psychology & Neuroscience*, 2, pp. 111-123.
- Chateau, D. & Jared, D. (University of Western Ontario, London, Ontario, C. (2000). Exposure to print and word recognition processes. *Memory & Cognition*, 28(1), 143–153.

Chomsky, N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax*. MIT Press, Cambridge, MA.

Chomsky, N. (1981). *Lectures on Government and Binding*. Dordrecht, Foris

Dalal, S., Hamamé, C., Eichenlaub, J. & Jerbi K. (2010). Intrinsic Coupling between Gamma Oscillations, Neuronal Discharges, and Slow Cortical Oscillations during Human Slow-Wave Sleep. *The Journal of Neuroscience*, 30, pp. 14285–14287

De Vincenzi, M. (1999). Differences Between the Morphology of Gender and Number: Evidence from Establishing Coreferences. *Journal of Psycholinguistic Research*, 28, pp. 537-553.

Dispaldro, M., Ruggiero, A., & Scali, F. (2015). Real-Time Comprehension of Gender and Number in Four- to Seven-Year-Old Children: A Study of the Relationship between Italian Clitic Pronouns and Visual Picture Referents. *Journal Of Child Language*, 42(4), 917-931.

Dodell-Feder, D., & Tamir, D. I. (2018). Fiction reading has a small positive impact on social cognition: A meta-analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*. Advance online publication. doi: 10.1037/xge0000395

Elleman, A. M. (2017). Examining the impact of inference instruction on the literal and inferential comprehension of skilled and less skilled readers: A meta-analytic review. *Journal of Educational Psychology*, 109(6), 761-781. doi: 10.1037/edu0000180

Eslava, J., Quintanar, L. Mejía, L. y Solovieva, Yu. (2008). *Los trastornos del aprendizaje. Perspectivas neuropsicológicas*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

- Fiebach, C.J., Vos, S.H. & Friederici, A.D. (2004). Neural correlates of syntactic ambiguity in sentence comprehension for low and high span readers. *J Cogn Neurosci* 16: 1562–1575.
- Franco Salazar, G. (1980). *Manual de electroencefalografía*. La Habana: editorial científico-técnica.
- Freitas de Rocha, A., Benevides Foz, F. & Pereira A. (2015). Combining different tools for EEG analysis to study the distributed character of language processing. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2015. p.19
- Friederici, A.D. (2009). Pathways to language: fiber tracts in the human brain. *Trends Cogn Sci* 13: 175–181.
- Greenfield, L. J., Geyer, J. D. & Carney, P. R. (2010). *Reading EEGs. A practical approach*. Estados Unidos: Lippincott williams & wilkins p. 281
- Hagoort, P. (2007). The fractionation of spoken language understanding by measuring electrical and magnetic brain signals. Recuperado de [rstb.royalsocietypublishing.org](http://rstb.royalsocietypublishing.org).
- Hammer, A., Jansma, B., Lamers, M. & Münte T. (2017). Pronominal reference in sentences about persons or things: an electrophysiological approach. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, pp. 227-239.
- Huttenlocher, P. R., Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *The Journal of Comparative Neurology* 387, 167–178.
- Igoa, J. García-Albea, J. & Sánchez-Casas, R. (1999). Gender-number dissociations in sentence production in Spanish. *Rivista di Linguistica*, 11.1, pp. 163-196.
- Jackendoff, R. (2007). A Parallel Architecture perspective on language

processing. *Brain Res.* 1146, 2–22

Kemper, S. & Kliegl, R. (1999). *Constraints on Language: Aging, Grammar, and Memory*. Boston: Springer.

Khoshkho, S., Leonard, M. Mesgarani, N. & Chang E. (2018). Neural correlates of sine-wave speech intelligibility in human frontal and temporal cortex. *Brain and Language*, x, pp. 1-9. doi: 10.1016/j.bandl.2018.01.007

Kim, J. S. (2007). The effects of a voluntary summer reading intervention on reading activities and reading achievement. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 505-515. doi: 10.1037/0022-0663.99.3.505

Kuperberg, G. R. (2007). Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax. *Brain Research*, 1146, 23-49. doi: 10.1016/j.brainres.2006.12.063

Lecours, A.R., Mehler, J., Parente, M.A. (1988) Illiteracy and brain damaged – 3. A contribution to the study of speech and language disorders in illiterates with unilateral brain damage (initial testing). *Neuropsychologia*, 26: 575-589.

Lemhöfer, K., Schriefers, H., & Indefrey, P. (2014). Idiosyncratic grammars: Syntactic processing in second language comprehension uses subjective feature representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(7), 1428-1444. doi: 10.1162/jocn\_a\_00609

Leóntiev, A.N. (1983). Teoría psicológica de la actividad. En A.N. Leóntiev, *Selección de Obras de Psicología, Tomo I*, (p. 285)

Levelt, W. (1995). The ability to speak. Form intentions to spoken words. *European Review*. 3. pp. 13-23.

Loerts, H., Stowe, L. A., & Schmid, M. S. (2013). Predictability speeds up the re-

analysis process: An ERP investigation of gender agreement and cloze probability. *Journal of Neurolinguistics*, 26(5), 561-580. doi: 10.1016/j.jneuroling.2013.03.003

Luria, A. R. (1978). *Cerebro y lenguaje*. Barcelona, España: Fontanella, S. A.

Luria, A. R. (1979). *El cerebro en acción*. España: Editorial Fontanella, S.A.

Luria, A.R. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Distribuciones Fontamara, S.A.

Mancini, S., Molinaro, N., Rizzi L. & Carreiras M. (2011). A person is not a number: Discourse involvement in subject–verb agreement computation. *Elsevier*, 1410, pp. 64-76.

Many, J., Jacobs, D., Sano, M., Bell, K., Merchant, C., Small, S. & Stern, Y. (1999). Effect of literacy on neuropsychological test performance in nondemented, education-matched elders. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 191-202.

Morillo, L. (2005). *Guía neurológica 7*. Colombia: Asociación colombiana de neurología.

Nuttall, H.E., *Brain and Language* (2018), doi: 10.1016/j.bandl.2017.12.002

Ostrosky, F., Quintanar, L., Canseco, E., Navarro, E., Meneses, S. y Ardila, A. (1986). Actividad cognoscitiva y nivel Sociocultural. *Revista de Investigación Clínica*, 38, pp. 37-42.

Ostrosky-Solís, F. & Lozano, A. (2012). Factores socioculturales en la valoración neuropsicológica. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento*, 4, 43–50.

Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., & Tao, S.

- (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(1), 48-76. doi: 10.1037/bul0000124
- Piantoni, G., Astill, R. G., Raymann, R. J. E. M., Vis, J. C., Coppens, J. E., & Van Someren, E. J. W. (2013). Modulation of gamma and spindle-range power by slow oscillations in scalp sleep EEG of children. *International Journal of Psychophysiology*, 89(2), 252-258. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2013.01.017
- Pulvermüller, F. (2010). Brain-Language Research: Where is the Progress? *Biolinguistics*, 4.2, pp. 255-288.
- Quintanar, L., Solovieva, Y., Azcoaga, J., Peña, E., Bonilla, M., Yáñez, G. Eslava-Cobos, J., Mejía, L., Rosas, R., Lázaro, E., Reigosa, V. & Uribe, C. (2008). *Los trastornos del aprendizaje. Perspectivas neuropsicológicas*. Magisterio. Colombia.
- Quintanar, L., López, V., Solovieva, Y. & Sardá, N. (2002). Evaluación neuropsicológica de sujetos normales con diferentes niveles educativos. *Revista española de neuropsicología*, 4, pp. 197-216.
- Rocha, A. F. da, Foz, F. B., & Pereira JR, A. (2015). Combining Different Tools for EEG Analysis to Study the Distributed Character of Language Processing. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2015, 865974. doi: 10.1155/2015/865974
- Rogalsky, C., LaCroix, A., Chen, K., Anderson, S., Damasio, H. Love, T., & Hickok, G. (febrero 2018). The Neurobiology of Agrammatic Sentence Comprehension: A Lesion Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 30, pp. 234-255.
- Sakai, K. L., Hashimoto, R., & Homae, F. (2001). Review: Sentence processing in the cerebral cortex. *Neuroscience Research*, 391-10. doi:10.1016/S0168-0102(00)00205-4

- Quintanar, L., López, V., Solovieva, Y., & Sardá, N. (2002). Evaluación Neuropsicológica de sujetos normales con diferentes niveles educativos. *Revista Española de Neuropsicología*, 4, 197–216.
- Stowe, L.A., Withaar, R. G., Wijers, A. A., Broere, C. & Paans, A. (2002). Encoding and storage in working memory during sentence comprehension. In *Sentence Processing and the Lexicon: Formal, Computational and Experimental Perspectives* (Merlo, P. and Stevenson, S., eds), pp. 181–206
- Takeuchi, H., Taki, Y., Hashizume, H., Asano, K., Asano, M., & Sassa, Y. (2016). NeuroImage Impact of reading habit on white matter structure: Cross-sectional and longitudinal analyses. *NeuroImage*, 133, 378–389. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.03.037
- Talizina, N. (2009). La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Teplan, M. (2002). Fundamental of EEG Measurement. *Measurement Science Review*, 2, pp. 1-11.
- Ute, G., Dawn, M. & Pascal, M. (2017): Speech vs. reading comprehension: an explorative study of gender representations in Norwegian, *Journal of Cognitive Psychology*. doi: 10.1080/20445911.2017.1326923
- Vigotsky, L. (1995). L. S. Visgotski. Obras escogidas 3. España: Visor distribuciones.
- Vigotsky, L. (1986). Laimaginación y el arte en la infancia. Ensayo psicológico. España. Akal editores.
- Wicha, N., Moreno, E. & Kutas, M. (2004). Anticipating words and their gender: an event-related brain potential study of semantic integration, gender expentancy, and gender agreement in spanish sentence reading. *Journal of*

*cognitive neuroscience*, 16, pp. 1272 - 1288.

Xomskaya, E. (2002). La escuela neuropsicológica de A. R. Luria. *Revista Española de Neuropsicología*, 4, pp. 130-150.

Yusof, N. (2010). Influence of family factors on reading habits and interest among level 2 pupils in national primary schools in Malaysia. *Elsevier*, 5, pp. 1160-1165.