



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**“ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL DE NIÑOS ESCOLARES  
DURANTE UNA TAREA EMOCIONAL”**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Licenciatura en

**PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**ARELY LORENA RODRÍGUEZ OJEDA**

Santiago de Querétaro, Qro. A 22 de agosto del 2022



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**Licenciatura en Psicología**

**“ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL DE NIÑOS ESCOLARES  
DURANTE UNA TAREA EMOCIONAL”**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**ARELY LORENA RODRÍGUEZ OJEDA**

**DIRIGIDO POR:**

**Dra. Cintli Carolina Carbajal Valenzuela**

**SINODALES:**

Dra. Gloria Nélica AVECILLA RAMÍREZ

\_\_\_\_\_

Mtra. Angélica María AGUADO HERNÁNDEZ

\_\_\_\_\_

Mtra. Fabiola GARCÍA MARTÍNEZ

\_\_\_\_\_

Lic. Pablo MORENO BRISEÑO

\_\_\_\_\_

## Resumen

Las emociones se definen como respuestas a estímulos que permiten a los humanos y otras especies adaptarse a determinadas situaciones. La principal forma de comunicarlas entre los humanos es mediante el rostro. El procesamiento de rostros emocionales tiene un desarrollo acelerado en las primeras etapas de la vida. Se ha estudiado con Potenciales Relacionados a Eventos (PREs), los resultados en la comparación de distintas expresiones no han sido consistentes. El objetivo de este trabajo fue identificar diferencias de amplitud en los PREs entre el procesamiento de dos categorías de rostros: neutros y temerosos. Se realizó un estudio cuantitativo, transeccional, no experimental, con una muestra no probabilística en el que se registró la actividad eléctrica cerebral durante una tarea emocional. Se incluyeron 30 niños/as en edad escolar ( $\bar{x}$ =8.7 años), de los cuales se seleccionaron inicialmente 23 y, posteriormente, 16 registros y se analizaron los componentes N1, P1, N170 y Nc. No se encontraron diferencias significativas de amplitud entre las condiciones. Sin embargo, se encontraron diferencias de amplitud entre sexos y entre derivaciones, principalmente en el hemisferio derecho y en la línea media. En conclusión, los PREs asociados al procesamiento de rostros emocionales están presentes en niños/as en edad escolar, no hay diferencias entre los PREs de escolares cuando observan rostros neutros y rostros temerosos, los PREs de las niñas presentan amplitudes mayores que los de los niños y la amplitud de los PREs de niños y niñas que observan rostros emocionales es mayor en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo.

**Palabras clave:** procesamiento de rostros emocionales, infantes, electroencefalograma.

## Abstract

Emotions are defined as responses to stimuli that allow humans and other species to adapt to certain situations. The main way to identify them in others is through the face. Emotional face processing has an accelerated development in the early stages of life and has been studied with Event-Related Potentials (ERPs), although the results in the comparison of different expressions have not been consistent. The aim of this work was to identify amplitude differences in PREs between the processing of two categories of faces: neutral and fearful. A quantitative, non-experimental cross-sectional study was conducted with a non-probabilistic sample in which brain electrical activity was recorded during an emotional task. Thirty school-aged children ( $\bar{x}$ =8.7 years) were included. Twenty-three recordings were initially selected and, subsequently, 16. N1, P1, N170 and Nc components were analyzed. No significant amplitude differences were found between conditions. However, amplitude differences were found between sexes and between derivations, mainly in the right hemisphere and the midline. In conclusion, PREs associated with the processing of emotional faces are present in school-aged children; there are no differences between PREs when school-aged children observe neutral and fearful faces;

girls' PREs present larger amplitudes than boys' PREs; and the amplitude of PREs of school-aged children who observe emotional faces is larger in the right hemisphere compared to the left hemisphere.

**Key words:** emotional face processing, infants, electroencephalogram.

## **Agradecimientos**

Le doy gracias a Dios por permitirme culminar este proyecto en compañía de mis seres queridos, así mismo les agradezco su apoyo brindado durante todo este tiempo, porque siempre me impulsaron para seguir hasta el final. Por otro lado, este mérito también es de la Dra. Cintli Carbajal quien me confió su propósito y me orientó de manera incondicional a lo largo de todo el camino; así mismo agradezco a la Dra. Gloria Avecillas por compartir su conocimiento y tiempo durante el análisis estadístico.

A su vez agradezco al cuerpo de sinodales por aceptar mi invitación y tomarse el tiempo para leer este trabajo y compartirme sus valiosos comentarios. Le doy gracias a los y las participantes que formaron parte de este trabajo y contribuyeron para que esto fuera posible. Gracias también al equipo de investigación por su esfuerzo y apoyo, además de haber hecho que el trabajo fuera más ameno. Por último, le agradezco a Raymundo Barraza por su compañía y apoyo durante todo este tiempo.

# Contenido

Introducción .....	8
Marco Teórico.....	9
Neuroanatomía de las emociones básicas.....	11
Procesamiento de rostros emocionales en primates .....	13
Procesamiento de rostros en adultos.....	15
Procesamiento de rostros emocionales en adultos.....	16
Neuroanatomía del procesamiento de rostros emocionales en adultos .....	18
Procesamiento de rostros emocionales en población en desarrollo.....	19
Actividad eléctrica cerebral .....	22
Antecedentes .....	24
Planteamiento del Problema .....	32
Objetivos.....	32
Preguntas .....	32
Hipótesis .....	32
Método .....	32
Operacionalización de variables.....	33
Muestra.....	34
Procedimiento para la recolección de datos .....	34
Procedimiento de análisis del registro del EEG y generación de los PREs .....	37
Resultados .....	38
Características sociodemográficas de la muestra .....	38
Análisis conductual.....	40
Características del análisis estadístico de los potenciales relacionados con eventos .....	41
Resultados del análisis estadístico de los factores «condición» y «derivaciones» .....	42
Resultados del análisis estadístico de los factores «condición», «derivaciones» y «sexo» .....	43
Resultados del análisis estadístico de los factores «condición» y «derivaciones» en la muestra femenina .....	44
Resultados del análisis estadístico de los factores «condición» y «derivaciones» en una muestra masculina .....	44
Resultados de las pruebas post-hoc del factor «derivaciones» .....	45
Resultados de las pruebas post-hoc del factor «sexo» .....	56

Resultados de las pruebas post-hoc del factor «derivaciones» en una muestra del sexo femenino.....	65
Resultados de las pruebas post-hoc del factor «derivaciones» en una muestra del sexo masculino.....	68
Discusión.....	71
Resultados de los PREs .....	72
Limitaciones de la investigación.....	75
Conclusiones .....	75
Bibliografía .....	76
Anexos .....	80

## Introducción

El tema de las emociones se ha caracterizado por ser controvertido, desde el inicio de su estudio, hasta el momento, no hay un consenso sobre una sola definición al respecto, sin embargo, en este trabajo se considera aquella que toma en cuenta a la emoción como un proceso evolutivo, que permite al ser humano adaptarse, comunicarse y relacionarse con el mundo y con su misma especie.

A su vez, el procesamiento de las expresiones emocionales en los rostros se define como un proceso innato en el ser humano, que requiere de múltiples funciones cognitivas, donde participan estructuras subcorticales y corticales de manera conjunta para percibir, procesar y dar una respuesta adecuada a la información recibida. A lo largo de todo el mundo, en el estudio del procesamiento de rostros emocionales se han investigado la cultura, la especie, el aprendizaje y la adaptación como factores causantes de dicha habilidad.

La actividad eléctrica cerebral es la suma de los potenciales postsinápticos excitadores (PPSE) y los potenciales postsinápticos inhibidores (PPSI) (Grima Murcia, 2017). Del promedio de los potenciales eléctricos que se obtiene durante un registro de electroencefalograma (EEG), se pueden identificar los potenciales relacionados con eventos (PREs), en castellano, y en inglés, «event-related potentials» (ERPs), que son aquellos que se relacionan con la presencia o ausencia de alguna actividad cognitiva asociada a un estímulo.

El estudio del procesamiento de rostros emocionales mediante PREs se ha realizado en gran medida en adultos, aunque también se han realizado gran cantidad de estudios con población en desarrollo, estos se enfocan, en su mayoría, al procesamiento de rostros únicamente, así como a estudiar los efectos de diferentes patologías o trastornos en el procesamiento de rostros emocionales durante la infancia temprana y, en menor medida, en la edad escolar. Son pocos los estudios que tienen como objetivo analizar los PREs generados del procesamiento de rostros emocionales en población en edad escolar.

Se considera que los rostros que expresan miedo permiten alertar a otros sobre alguna posible amenaza, por lo que investigaciones en adultos han presentado diferencias en la amplitud y latencia de los PREs al observar rostros temerosos comparados con rostros neutros, felices, tristes o enojados, estas diferencias también se han identificado en infantes de 3 a 4 años cuando se comparan los PREs de rostros temerosos con rostros neutros, mientras que los resultados de investigaciones realizadas con población de escolares y adolescentes, de 6 a 15 años, se han encontrado diferencias solo en los sujetos que están entrando en la adolescencia.

## Marco Teórico

Desde tiempos antiguos, a las emociones se les ha considerado como una contraparte de la experiencia cognitiva, intelectual o racional, como señalan Haye y Carballo (2017) “Las relaciones entre la emoción y la cognición se han abordado tradicionalmente como una interacción entre ambos procesos, dando por sentado que se trata de dos procesos diferentes” (p. 13). A su vez, se consideran como negativas frente a la razón, ya que pueden estropear los resultados cuando se toman decisiones que las involucran, citando a los mismos autores “Las emociones distraerían al pensamiento y éste, a su vez, se esforzaría por mantenerlas bajo control” (p. 13). Además, de que están valoradas por debajo de la razón, como señala Barret (2018) “Contribuye a definirnos como seres humanos: sin racionalidad no somos más que animales guiados por emociones” (pág. 8).

Por otra parte, también se consideran como parte importante de los procesos de salud-enfermedad, siendo determinantes para hacerles frente, para contraer o evitar dolencias leves hasta enfermedades crónico-degenerativas (Piqueras et al., 2009). También se les relaciona de manera estrecha con la motivación, el aprendizaje, la inteligencia y como parte implícita en la toma de decisiones, tomándolas así como objetos de estudio necesarios para tratar de entenderlas mejor y contribuir en diferentes ámbitos de la vida de las personas (Estrada, 2018; Ostrosky & Vélez, 2013; Palmero, 2003).

Es por esto que, actualmente no hay una sola definición de lo que son las emociones, ya que existen diversas corrientes, ciencias y controversias en el estudio de las mismas, por lo que cada enfoque realiza aportaciones desde sus diferentes áreas de conocimiento, así como de sus objetivos, ya lo mencionan Linares et al (2009), “El estudio de la emoción es una de las áreas de la psicología en la que existe un mayor número de modelos teóricos, [...]” (p. 228), sin embargo, en este marco teórico se van a considerar las siguientes propuestas:

Kohan Cortada (2016) cita a Darwin (1872) “quien concibió las emociones como la expresión de conductas primigenias en la evolución, observables en muchos animales” (pág. 73). Otra definición válida para este marco teórico es en la que Becerra & Tortello (2017) citan a Salovey & Mayer (1990) para expresar que, “la emoción ha sido tradicionalmente definida como una respuesta organizada que involucra tanto los sistemas fisiológicos como cognitivos y motivacionales” (pág. 3).

Palmero (2003) cita a Damasio (1994, 1999, 2000) para hablar sobre las emociones primarias, “[...] son: felicidad, tristeza, miedo, ira, sorpresa y aversión/asco. Las emociones secundarias o sociales son: vergüenza, celos, culpa y orgullo” (pág. 52).

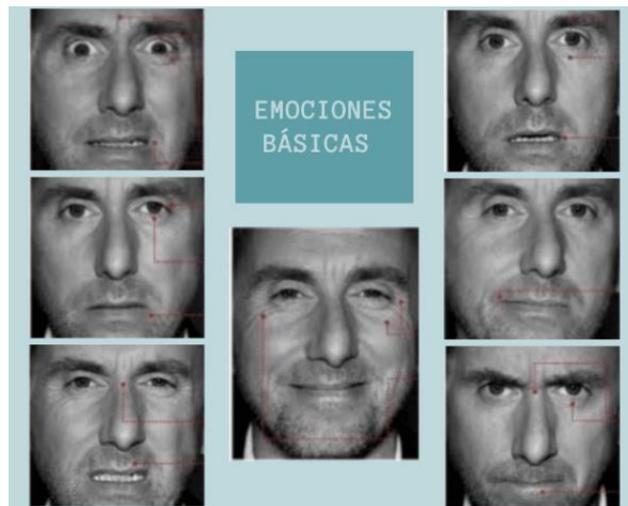
En otras palabras, se dice que las emociones se definen como reacciones psicofisiológicas, motoras

y viscerales, que llevan a realizar respuestas somáticas estereotipadas, todo esto como resultado de un proceso evolutivo, que permite a los individuos adaptar sus conductas de acuerdo con las circunstancias del medio, para así conseguir la supervivencia de su especie (Palmero, 2003).

Las llamadas ‘emociones secundarias’, surgen de la combinación de las primarias, así como de las interacciones sociales e implican un mayor procesamiento cognitivo (Ekman & Cordaro, 2011; Linares et al., 2009; Ostrosky & Vélez, 2013; Palmero, 2003; Saavedra et al., 2015). En la Figura 1 se muestran las expresiones faciales de las emociones básicas que, de acuerdo con Ekman & Cordaro (2011), son las siguientes: ira, miedo, sorpresa, tristeza, asco, desprecio y felicidad, estas, en particular, presentan señales universales distintivas, valoración automática, presencia en otros primates, etc.

## Figura 1

*Expresiones faciales de las emociones básicas*



*Nota: Miedo, ira, tristeza, sorpresa, felicidad, asco y desprecio con sus respectivas expresiones faciales.*

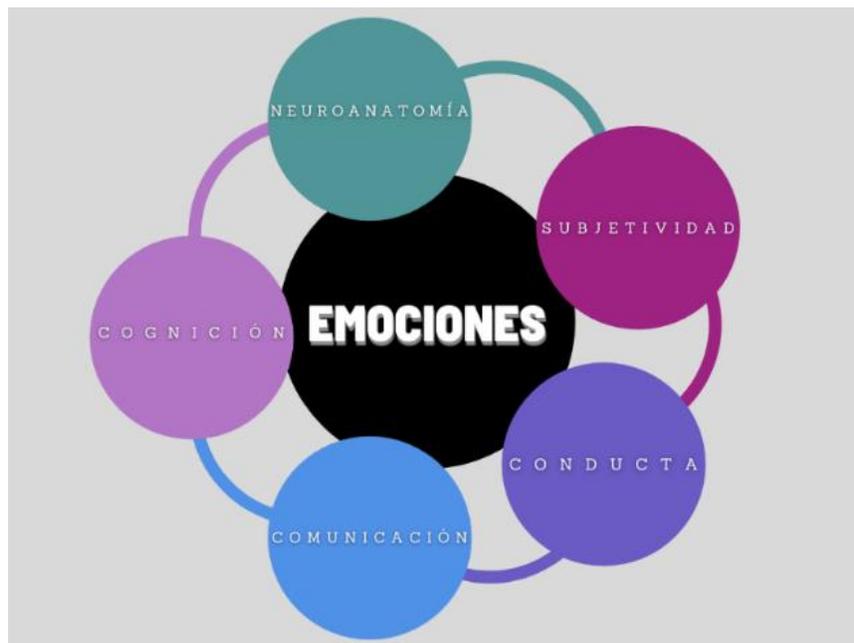
*Fuente: <https://edpyn.com/paul-ekman-rostro-emociones/>*

Por otro lado, se considera que las emociones involucran diferentes esferas del ser humano, como se muestra en la Figura 2, se presenta: **a) subjetividad**, que corresponde a cómo se siente y expresa la persona sobre su estado corporal durante una situación emocional, **b) neuroanatomía**, se refiere a las áreas involucradas durante los estados emocionales, así como de la preparación y ejecución de las respuestas, son las encargadas de producir una mayor o menor actividad cerebral reflejada en diferentes partes del cuerpo: músculos, vísceras, secreciones, neurotransmisores, etc., **c) conducta**, son aquellas manifestaciones observables como llanto, enrojecimiento, golpes, gritos, expresiones faciales, posturas, etc., **d) comunicación**, se refiere a la función social de las emociones, por ej., la manera en cómo se expresan a las

demás personas dichos cambios conductuales y fisiológicos, además de los efectos que estos tienen en las relaciones inter e intrapersonales, así como las señales que se envían durante una situación de peligro o en cualquier otra, ya que se consideran como un medio de expresión que acompaña y complementa a la comunicación verbal y **e) cognición**, que corresponde a los procesos de valoración que se llevan a cabo de manera involuntaria y voluntaria sobre el estímulo físico o abstracto presente; así como durante la preparación de las respuestas ante estos (Belmonte Martínez, 2007; Estrada, 2018; Palmero, 2003).

## Figura 2

*Esferas que componen a las emociones en la vida humana*



*Nota: cognición, neuroanatomía, subjetividad, conducta y comunicación como esferas que componen a las emociones. Fuente: adaptado de Estrada, 2018.*

Las emociones se categorizan de acuerdo con dos dimensiones, mayormente aceptadas por la comunidad científica, estas son: **a) activación**: es decir, el nivel de actividad interna y conductual que el estímulo produce en el sujeto y **b) valoración**: esto es, de aproximación o evitación hacia el objeto emocional. (Linares et al., 2009; Ostrosky & Vélez, 2013; Palmero, 2003).

### Neuroanatomía de las emociones básicas

Para un mejor entendimiento de las emociones, estas parecen implicar dos procesos diferentes, por un lado, está el procesamiento de la información, que se relaciona con respuestas autónomas, evaluación y

valoración de la información, mientras que la respuesta emocional se refiere al reconocimiento, denominación mediante el lenguaje, puesta en acción del sistema periférico, regulación de gestos, expresiones faciales, etc. (Palmero, 2003). Los estados emocionales, que se originan durante el procesamiento de la información, están regulados por un conjunto de respuestas periféricas, autónomas, endocrinas y esquelético-motoras, de los cuales se encarga el sistema límbico, principalmente, la amígdala, el giro cingular, los núcleos septales y el hipotálamo (Belmonte Martínez, 2007).

El sistema límbico es una red de neuronas que se distribuye en el cerebro, formando un puente que conecta con las estructuras subcorticales y la neocorteza, formando una comunicación recíproca en conjunto que, en su adecuado funcionamiento, permite regular y, por lo tanto, adaptar el procesamiento y respuestas en pro de la supervivencia individual (Saavedra et al., 2015).

Este sistema está conformado por: a) la amígdala, ubicada al lado de cada hipocampo, la cual se encarga del control y mediación de las emociones; b) la circunvolución del cíngulo involucrado en funciones cognitivas y afectivas; c) el septum con las necesidades primarias del cerebro y placenteras; d) fórnix participa en la actividad cognitiva; e) cuerpos mamilares en la captación de impulsos nerviosos que llegan de la amígdala y el hipocampo y que comunica hacia el tálamo; f) hipotálamo en las respuestas metabólicas (térmicas y vegetativas) y reproductivas; g) núcleos septales, en conjunto con el hipocampo e hipotálamo, con la inhibición del sistema límbico y activación de un estado de alerta y h) núcleo accumbens en el sistema motivacional (Saavedra et al., 2015).

En el procesamiento y respuesta emocional también participa la corteza prefrontal, regulando el comportamiento social y utilizando los recursos emocionales para situaciones más complejas, ya que al ser la corteza encargada de regular y llevar a cabo las diferentes respuestas, se ubica, por decirlo así, en una posición superior al sistema límbico que, de acuerdo con el control jerárquico de las estructuras neuronales, los procesos cognitivos mediarían los procesos emocionales (Saavedra et al., 2015).

Palmero (2003) cita a Damasio (1994) para señalar lo siguiente:

La ocurrencia de un proceso emocional seguiría a una sucesión de eventos, que se inician, bien con la detección de un objeto o situación mediante la percepción a través de los receptores, bien con el recuerdo de ese objeto o situación; en ambos casos, el resultado es la activación de los núcleos del troncoencéfalo, el hipotálamo y la amígdala. Luego, estas estructuras liberan hormonas de varios tipos en la corriente sanguínea, que se dirigen, por una parte, hacia diversas zonas del propio cuerpo, con lo que se modificará el perfil del medio interior y, por otra parte, hacia distintas zonas cerebrales, tales como la corteza somatosensorial y la corteza cingulada, con lo que se modificará la señalización de los estados corporales del cerebro. Al mismo tiempo, estas estructuras envían, de modo simultáneo, señales electroquímicas mediante neurotransmisores, por una parte hacia las glándulas adrenales, que

liberarán hormonas con repercusión posterior en el cerebro, y, por otra parte, hacia regiones cerebrales, tales como la corteza, el tálamo, y los ganglios basales, con lo cual se modificará el estado cognitivo, dando lugar a la eventual manifestación de conductas emocionales, así como a una particular forma de procesar la información (pág. 53-54).

Por otra parte, Ostrosky & Vélez (2013) citan a LeDoux (1996) quien presenta el siguiente circuito sobre procesamiento durante una situación de miedo:

La información acerca de un estímulo que produce miedo viaja a través de las vías sensoriales y se bifurca en circuitos paralelos córtico-subcorticales en los niveles talámicos y mesencefálicos [...]. En la ruta subcortical, que mediría la respuesta no consciente, la información procedente del tálamo alcanzaría el núcleo lateral de la amígdala, después el basolateral, y de aquí pasaría al núcleo central. Mediante las conexiones que la amígdala mantiene con el hipotálamo se produciría la respuesta emocional, sin que hasta el momento la información hubiera alcanzado la corteza y hubiera mediación consciente. En cuanto al aspecto consciente de las emociones, las estructuras involucradas incluyen la porción anterior del cíngulo, la corteza prefrontal y la ínsula (p. 7).

#### Procesamiento de rostros emocionales en primates

Con los estudios realizados por Darwin sobre la expresión de las emociones en el hombre y en los animales, es que surge este interés por identificar patrones similares en el procesamiento de rostros emocionales en humanos y en otros primates (Chóliz, 1995; Parr et al., 1998). La dinámica social de ambas especies requiere de un procesamiento constante de gestos, sonidos y expresiones faciales, ya que con base en ellos interpretan las intenciones, emociones y motivaciones de los seres con los que interactúan y modulan sus conductas dependiendo de la situación y de sus propios intereses, por ejemplo, están presentes en situaciones de integración o expulsión de algún integrante a los subgrupos y al momento de formar alianzas con otros grupos; durante la crianza y el ritual de apareamiento; para defender su territorio de otros machos, etc. (Parr & Heintz, 2009; Parr & Waller, 2006).

Algunas expresiones faciales, son muy distinguibles en diversas especies, por ejemplo, en las que se dejan ver la mayor parte de los dientes, la cual se ha encontrado en perros y primates, sin embargo, cada una tiene un significado distinto, ya que en algunas ocasiones se usa como señal de sumisión y otras veces para expresar dominancia, aunque siempre, cada una, presenta diferencias particulares en el movimiento de los labios (Parr & Waller, 2006).

En el caso de los monos Rhesus, este tipo de expresiones la presentan solo los miembros con una posición inferior, ya que significa sumisión ante miembros de más alto rango, sin embargo, en otras especies, como los chimpancés, babuinos y algunos macacos, esta misma expresión representa un mensaje que incita a tener una cercanía, ya sea sexual o amistosa. Bastantes autores señalan que dicha expresión evolucionó en la especie humana y es lo que se conoce como sonrisa, que se transmite como un mensaje de afirmación, satisfacción o amabilidad hacia el otro (Parr & Waller, 2006).

En una ocasión se hizo un estudio con cuatro macacos japoneses, de los que solo uno, pudo ser entrenado para identificar expresiones faciales similares en monos de su misma especie y en humanos, además de crear agrupaciones relacionadas con rostros que expresaban felicidad, tristeza y enojo, por lo que, para esto se considera que la boca es un referente dominante en el procesamiento de expresiones, así como el párpado en los humanos, además de hacer uso de las dimensiones de valencia y nivel de excitación durante las tareas de categorización (Kanazawa, 1996).

Sin embargo, son los chimpancés quienes comparten con los humanos mayores similitudes físicas y funcionales en cuanto a expresiones faciales, por lo que las investigaciones en esas especies permiten entender la evolución de la comunicación social en los humanos. Esto se sabe gracias a dos sistemas, desarrollados para identificar la musculatura específica de cada expresión en chimpancés y humanos, uno es el ChimpFACS y el segundo es el Sistema de Codificación de la Acción Facial Humana (FACS por sus siglas en inglés), ambos han permitido distinguir, de forma objetiva, una expresión de otra, por ejemplo, se encontraron seis expresiones mayormente utilizadas para los chimpancés: enseñar dientes, grito, gemido, jadeo, puchero y cara de juego (Parr & Waller, 2006).

A partir de estos descubrimientos es que se pueden reproducir dichos rostros en otros estudios en los que se desea investigar sobre el tipo de procesamiento y la función de las expresiones en su vida diaria, tomando como referencia la que se observan en su medio natural de los chimpancés. A pesar de esto y de los estudios realizados, es difícil asegurar que los chimpancés compartan un procesamiento configuracional idéntico al de los humanos (Parr & Waller, 2006).

En monos Rhesus se ha encontrado que se observan por más tiempo los ojos, dientes y labios, además de mostrar confusión para diferenciar entre las expresiones donde se mostraban los dientes y las de gritos, a pesar de que no son muy similares entre unas y otras; también identificaron en los monos una inclinación por seleccionar en mayor cantidad la expresión de juego, aun cuando se les premiara poco por hacerlo, lo que sugiere que los participantes no se encontraban procesando los rostros con base en un rasgo en particular, sino en un procesamiento configuracional u holístico, donde integran rasgos y dimensiones en un solo elemento. Sin embargo, se requieren más pruebas que confirmen los resultados de ese estudio, mientras tanto sigue siendo

solo un supuesto que los monos procesen los rostros del mismo modo que los chimpancés o los humanos (Parr & Heintz, 2009).

## Procesamiento de rostros en adultos

Desde que el ser humano nace hasta que muere constantemente interactúa con rostros de humanos y otros animales; a través del rostro del otro interpreta ideas y emociones, además de que distingue a seres conocidos de los desconocidos, de esta manera, el rostro se utiliza como una vía para recuperar la identidad de otros y, en ocasiones, para basar sus decisiones y pensamientos conforme a las expresiones que observa en ellos (Broche, Y.; Rodríguez, M.; Omar, 2014). El identificar y observar rostros es una condición importante para las especies sociales, a pesar de esto aún no está definido si el procesamiento de rostros es una facultad innata o un aprendizaje por la constante interacción con aquellos, lo que sí es seguro es que los seres humanos, cuando son adultos, son expertos en procesarlos (Pascalis et al., 2011).

En 1977, Carey and Diamond, introducen el término «información configuracional», para referirse a la relación entre los elementos del rostro cuando se observan en conjunto y no por separado; además de distinguir entre dos tipos de información configuracional: los de primer orden y los de segunda orden, los primeros se refieren a la forma general del rostro, es decir a la forma en que están posicionados los ojos, nariz, boca, cejas y orejas, mientras que los segundos corresponden con la configuración específica de cada persona para poder diferenciar una de otra, por ejemplo la distancia entre cada ojo, la forma del rostro, el tamaño de la nariz, etc. (Calder et al., 2000).

Un rostro también puede transmitir otro tipo de información, que se clasifica en dos categorías: a) rasgos, los cuales son estables y, en general, permanentes, para los cuales sirven para identificar la especie, el género, la raza, estética, edad e identidad y b) estados de la cara, son aquellas señales faciales, dinámicas y transitorias, como gesticulaciones y expresiones faciales. En general, la información que proporciona un rostro influye en el procesamiento de la información verbal que se recibe de los demás, además de que facilita identificar sus estados emocionales y de ánimo (Pascalis et al., 2011).

Existe un modelo que considera diferentes grados de procesamiento en un orden descendente, donde el último sería el más especializado, esto es que, conforme a la experiencia se adquiere un modelo de rostro con determinadas características, de las cuales se hace un registro detallado, por lo que cuando se observan rostros de otras culturas (efecto de la otra raza), pareciera que son todos iguales, ya que el esquema que se adquirió fue uno basado en el que comúnmente se observaba en el día a día (Pascalis et al., 2011).

Sin embargo, este modelo no es específico de rostros, sino que se refiere a que, estímulos homogéneos pueden ser procesados de una manera en que la experiencia permita desarrollar un grado de especialización,

por lo que se considera como un tipo de procesamiento que se encuentra en constante cambio y adecuación (Gauthier & Tarr, 1997).

De acuerdo con este modelo, al observar un rostro se inician dos procesos automáticos y rápidos: a) categorización del estímulo, es decir, identificar si es de la misma especie o no y, por otro lado, b) reconocimiento de la identidad del rostro, esto es, si es alguien conocido o no. Ambos procesos se pueden realizar en tiempos similares dependiendo de las características del rostro, como los rasgos internos (ojos, nariz y boca); rasgos externos (línea del cabello y mandíbula) y aspectos configuracionales (correspondencia entre los rasgos internos) y se considera que este procesamiento es holístico, es decir, se construye una representación global de los elementos (Pascalis et al., 2011).

Por otra parte, está el Modelo Funcional para el Procesamiento de Rostros de Bruce & Young, presentado en 1986, el cual considera un sistema especializado en procesar rostros que consiste en lo siguiente: 1. Construcción del estímulo, es decir, identifica si pertenece a un ser humano, de su misma cultura, así como características particulares del rostro, la distribución espacial de los rasgos internos y expresiones faciales. 2. Reconocimiento facial, recupera información sobre rostros anteriores. 3. Activación de la memoria semántica relativa a personas, se hace una recuperación sobre algún registro previo de un rostro similar al que se observa. 4. Acceso lexical, que corresponde con identificar el nombre de la persona. 5. Producción articulatoria, permite verbalizar el nombre de la persona (Alfaro Ferreres et al., 2016).

Ambos modelos señalan que el procesamiento, en la edad adulta, presenta las siguientes características: es rápido, involuntario, inconsciente y sencillo, es decir, que no requiere demasiados recursos atencionales (Palermo & Rhodes, 2007).

#### Procesamiento de rostros emocionales en adultos

El rostro es una fuente de información valiosa para la dinámica social de los humanos, ya que por medio de esa información se puede crear una comunicación no verbal que favorece un entendimiento de lo que está pasando alrededor, influyendo en las acciones de los sujetos para que estas se adecuen a la situación del momento. El procesamiento de rostros emocionales consiste en percibir y analizar los componentes del rostro para entender los estados emocionales que presentan, mientras que las expresiones de emociones básicas, a través del rostro, se identifican como estados corporales dinámicos que persiguen un objetivo de supervivencia y son reconocibles a través de todas las culturas (Batty & Taylor, 2003; López Morales et al., 2017).

En algunos casos se ha identificado, que las expresiones temerosas, producen una respuesta cerebral mayor que las de felicidad y las neutras (Sun et al., 2017; Zhu et al., 2013), sin embargo, esto cambia cuando,

al mismo tiempo, se está frente a otro estímulo que demanda mayor atención o cuando se tienen niveles bajos de ansiedad (Palermo & Rhodes, 2007). El procesamiento de rostros emocionales se lleva a cabo mediante dos procesos atencionales: uno es el que determina si el estímulo es importante, por lo que se realiza de manera automática y rápida, mientras que el otro atiende los estímulos que van a recibir más atención por encima de los demás (Palermo & Rhodes, 2007).

Ellison y Massaro, en 1997, presentan su modelo de procesamiento de expresiones faciales el cual consiste en procesar únicamente ciertas partes de los rostros, como las cejas o la comisura de los labios, por lo que la representación del rostro se daría observando una sola parte del mismo, sin embargo el modelo configuracional propone que cuando un músculo del rostro se mueve, dicho movimiento modifica el estado de otros, por lo que el primer modelo no está contemplando toda la anatomía de las expresiones faciales (Calder et al., 2000).

Por otro lado, se discute aún si el procesamiento de expresiones faciales emocionales se lleva a cabo mediante el análisis de determinados rasgos o es de manera configuracional, Vuilleumier (2003) señala que ambos tipos se llevan a cabo, sin embargo, el análisis de rasgos corresponde con un procesamiento lento y detallado, relacionado con la identidad, mientras que el configuracional es rápido y transmite información de manera global, además de ser independiente del otro, va enfocado en proporcionar señales sobre aspectos emocionales (Vuilleumier et al., 2003).

Otro aspecto que Calder et al., (2000), analizaron en un estudio es que, para reconocer el enojo, miedo y la tristeza es más importante el lado superior del rostro, mientras que para la felicidad y el asco es el lado inferior, en el caso de la sorpresa fue reconocible por igual, en ambas partes del rostro. En este mismo estudio se encontró que las expresiones faciales se procesaron de acuerdo con el modelo configuracional, propuesto por Young, cuando los participantes se demoraron más tiempo en responder ante rostros compuestos por dos mitades con diferentes de expresiones, mientras que las dos partes presentadas ligeramente desalineadas se procesaban más rápidamente, además obtuvieron que, al momento de poner de cabeza los rostros, los participantes de igual manera, demoraban en reconocer las expresiones.

Por otro lado, en ese mismo estudio, encontraron que los participantes podían reconocer una emoción aun cuando el rostro que observaban estaba conformado por dos partes de rostro de dos modelos diferentes, lo que apoya el doble sistema de procesamiento de rostros, uno que se enfoca en procesar la identidad y otro para las expresiones faciales, a su vez, los participantes podían atender, de manera voluntaria, la expresión facial o la identidad de los rostros.

Adolphs (2002) identifica una compleja red de estructuras involucradas en el procesamiento de rostros emocionales, algunas de estas son las siguientes:

1. Corteza visual: circunvolución fusiforme, encargada de los rasgos estáticos del rostro, codifica la identidad de la persona, mientras que, en la circunvolución temporal superior, se representan los rasgos dinámicos y cambiantes, se codifican las expresiones faciales. Los estudios señalan que se requieren 170 ms para construir una representación detallada de un rostro, sin embargo, es posible obtener una representación rápida en menor tiempo, de 80 a 110 ms, lo que sugiere una ruta en paralelo del procesamiento de las expresiones emocionales.
2. Sistema límbico: la amígdala participa en el reconocimiento de señales emocionales mediante dos rutas: subcortical, a través del colículo superior y el tálamo pulvinar y cortical en conexión con el neocórtex visual. Además, se afirma que está implicada en el procesamiento de estímulos amenazantes y de peligro, así como de responder en mayor proporción ante expresiones faciales temerosas. Por otro lado, se ha identificado que la amígdala del hemisferio izquierdo se activa más que el derecho durante la observación de expresiones emocionales.
3. Corteza orbitofrontal: participa en el reconocimiento de emociones y en el procesamiento de rostros emocionales, también realiza funciones de regulación hacia estructuras descendentes durante dicho procesamiento.
4. Corteza somatosensorial primaria: ha demostrado su participación durante el procesamiento de rostros emocionales, principalmente el área del hemisferio derecho, más en concreto las áreas primarias y secundarias ventrales, en menor medida la ínsula y el giro supramarginal anterior, esto es que, al observar un rostro emocional, la persona que recibe el estímulo crea una representación de la expresión en estas zonas, de modo que se experimentan cambios correspondientes con esa emoción.

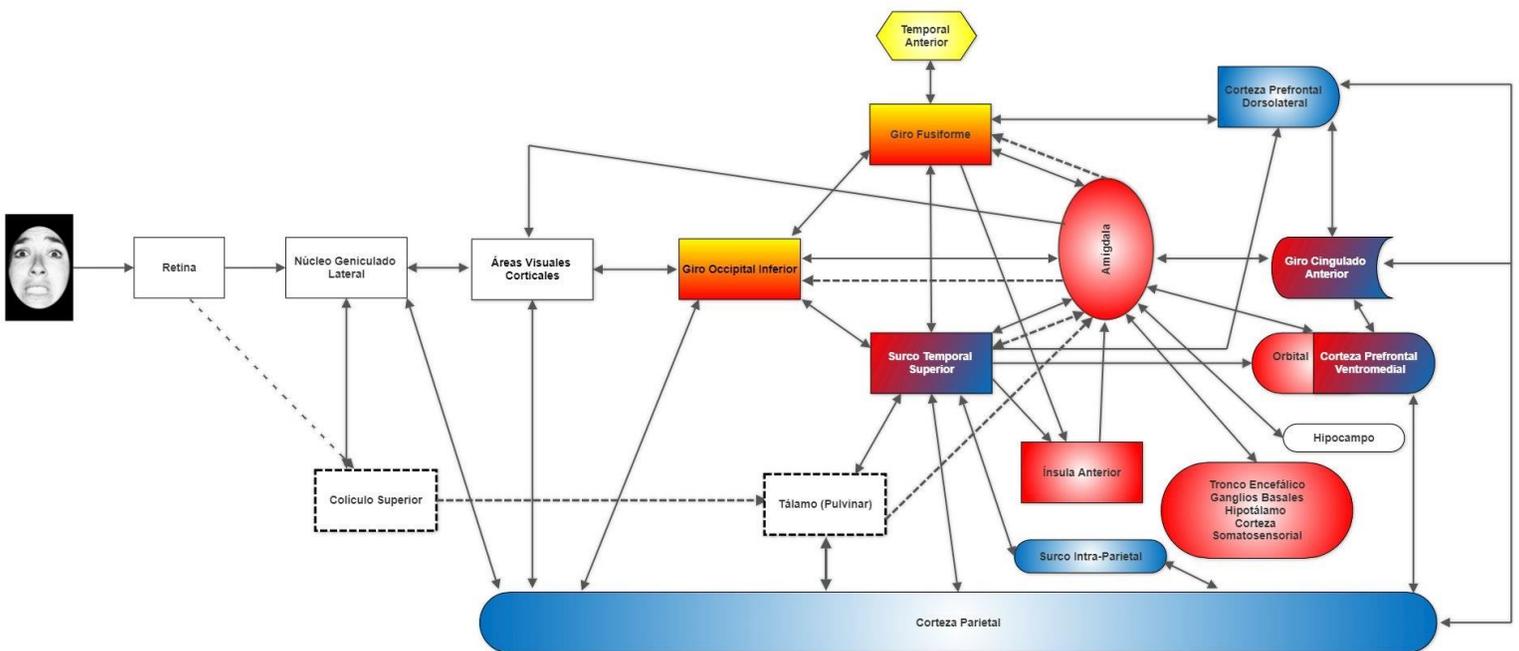
El Modelo de la Distribución Neural para la Percepción de Rostros, propuesto por Haxby y Gobi, en el 2000, presenta las bases anatómicas implícitas en el procesamiento de rostros y expresiones emocionales, el cual consiste en dos sistemas: uno para el procesamiento y otro para la interpretación del mismo, ambos funcionan de manera jerárquica, inicia en la región occipital inferior, donde se realiza un escaneo rápido y superficial y de donde se envían las señales hacia el giro lateral fusiforme y al surco temporal superior, donde se procesan aspectos dinámicos (expresiones, movimientos de los labios, mirada) y aspectos estables del rostro (identidad), respectivamente; del giro fusiforme se envían señales al lóbulo temporal anterior para completar aspectos individuales de la persona (nombre, biografía); mientras que el surco temporal superior se conecta con el surco intraparietal, encargado de la atención espacial, la corteza auditiva, que atiende y da sentido a las vocalizaciones, y con la amígdala e ínsula, donde se codifican las emociones del rostro, todas las

zonas envían información de vuelta hacia las zonas superiores de la jerarquía, retroalimentándose en todo momento (Adolphs, 2002a; Broche, Y.; Rodríguez, M.; Omar, 2014).

Adolphs (2002) incluye el modelo anterior en uno nuevo para el procesamiento de rostros emocionales, el cual se puede observar en la Figura 3, por un lado, el surco temporal superior, el giro occipital inferior y el giro fusiforme corresponden con el procesamiento de rostros, las figuras en color amarillo se encargan de la identidad de la persona y del contenido semántico de la misma, mientras que las de color rojo participan en el procesamiento emocional y las azules se encargan de la atención espacial. En este modelo se pueden apreciar las dos vías de procesamiento, por un lado y representada con líneas punteadas está la ruta subcortical y con líneas continuas la ruta cortical (Palermo & Rhodes, 2007).

**Figura 3**

*Modelo sobre el procesamiento de rostros emocionales*



*Nota: El rostro que se presenta fue adaptado y tomado de la colección del proyecto Pictures of Facial Affects (POFA). Fuente: Adaptado de Palermo, R., & Rhodes, G. (2007).*

Procesamiento de rostros emocionales en población en desarrollo

Desde que nacen los bebés, constantemente son estimulados con expresiones faciales por parte de sus padres, hermanos y cuidadores primarios, lo que les ayuda a, poco a poco, desarrollar y adecuar su mirada y

redes neuronales para diferenciar rostros de otros objetos, a identificar expresiones emocionales de otros gestos, pero también a entender los mensajes que sus familiares quieren transmitirles, es por esto que a falta de un lenguaje verbal que permita la comunicación, la población en desarrollo se orienta mediante los rostros de sus cuidadores y personas que les rodean (Hunnius & Geuze, 2004). El desarrollo de la habilidad para procesar rostros emocionales, está aunado con el desarrollo psicosocial que, comienza desde el nacimiento y continúa de manera acelerada durante el primer año de vida, posteriormente se dará un cambio notable hasta la adolescencia, donde tendrá mayor parecido al de los adultos, sin embargo no estará consolidado del todo, ya que este proceso está en constante cambio y comienza a decrecer durante la tercera edad (Batty & Taylor, 2006; Pascalis et al., 2011).

Bigelow et al. (2021) cita a Sebastian et al. (2012), para definir el procesamiento de las emociones faciales como:

las funciones neuronales y cognitivas implicadas en el reconocimiento de una expresión facial emocional. Esta habilidad engloba los procesos implicados en la detección y atribución de significado afectivo a los estímulos faciales y suele considerarse una teoría afectiva de la mente (página 1).

A pesar de que las emociones no se interpreten de manera correcta en los primeros meses de vida, se ha identificado que el mecanismo de procesamiento ya se encuentra funcionando a una edad muy temprana (Batty & Taylor, 2006). Un estudio con bebés, de 6 a 26 semanas de edad, encontró que la cantidad de veces que estos fijan la mirada en las expresiones faciales de sus madres aumentaba conforme iban creciendo y, sugieren que, a las 14 semanas ya se habían familiarizado lo suficiente con sus rostros, por lo que comenzaron a prestar atención a otro tipo de estímulos. Además, desde las 6 a las 10 semanas de haber nacido, presentaban mayor atención hacia los rasgos externos, sin embargo, a partir de las 10 semanas se orientaban mayormente hacia los rasgos internos del rostro de su madre, cuando se mostraba un video de ellas interactuando con ellos (Hunnius & Geuze, 2004).

Otro estudio con bebés de 4 meses, identificó que estos dedicaban más tiempo a observar los rostros cuando estos se encontraban en posición vertical que invertidos, y observaban por más tiempo los rasgos internos (nariz y boca) de los rostros verticales, mientras que de los invertidos observaban mayormente los rasgos externos (línea del cabello, orejas), sin embargo, pasaban el mismo tiempo observando la zona de los ojos en ambas orientaciones, por lo que se sugiere que, a pesar de que, el efecto de inversión aún no está presente de manera cuantitativa, los resultados cualitativos presentan diferencias en la manera en que esos bebés observaron los rostros en diferentes orientaciones (Gallay et al., 2006).

Así como en los estudios con adultos, en una ocasión se realizó uno con 25 bebés de 7 meses, para identificar si podían distinguir entre una expresión facial y otra de la misma categoría, de dos modelos

diferentes, además de investigar, si la amplitud de los PREs era mayor para las expresiones familiares o para las novedosas de una misma categoría (feliz) o entre categorías (feliz-triste), los resultados señalaron que no había diferencias al observar dos expresiones de una misma categoría pero sí prestaban mayor atención ante expresiones novedosas de categorías diferentes. Además, en la actividad cerebral de las regiones fronto-centrales se identificó un aumento en la amplitud del componente central negativo (Nc) ante las expresiones novedosas de categorías diferentes, es decir, ante rostros tristes en comparación con los felices (Leppänen et al., 2009).

Por otro lado, se realizó un estudio con niños de 5 a 12 años, junto con adultos jóvenes de 18 a 29 años, donde se presentaron rostros compuestos, es decir, la mitad superior e inferior de un rostro estaban formados por dos rostros que contenían expresiones diferentes, con la finalidad de ver si había diferencias en el tiempo de respuesta cuando los rostros estaban orientados verticalmente o invertidos, entonces encontraron que, desde los niños más pequeños hasta los adultos, las respuestas eran más lentas y menos precisas ante el reconocimiento de la emoción cuando los rostros se presentaban de manera invertida, lo que sugiere que los niños de 5 años ya procesan las expresiones emocionales de manera configuracional y holística; por otro lado, los resultados también indicaron que las expresiones de tristeza y felicidad fueron reconocidas, con precisión similar a la de los adultos, por niños de 5 y 6 años, mientras que los rostros neutros, de asco, miedo y de ira se reconocieron mayormente a partir de los 10 años (Durand et al., 2007).

Thomas y colegas, en 2007, realizaron una investigación para conocer si había diferencias entre niños de 7 a 13, adolescentes de 14 a 18 y adultos de 25 a 57 años sobre la habilidad para identificar cambios sutiles en los rostros que expresaban neutralidad y gradualmente cambiaban a enojo o miedo. Los resultados indicaron que los adultos tuvieron un mejor desempeño al identificar los cambios de una expresión neutra a una de enojo, a diferencia de los niños y los adolescentes, quienes no difirieron mucho entre sí. Mientras que, con respecto a los rostros que iban de presentar una expresión neutra a una de miedo, los adultos presentaron mejores resultados comparado con los niños; los adolescentes no mostraron diferencias con respecto a ningún grupo. De igual forma, los adultos presentaron mejores resultados al identificar los cambios de una expresión de miedo a una de enojo comparado con los niños y adolescentes, mientras que no hubo diferencia entre estos. En el tiempo de respuesta, los niños presentaron tiempos más lentos comparado con los adolescentes y adultos, no hubo diferencias entre estos últimos.

Los autores consideran que estas diferencias se deben a que, por una parte, en los niños y adolescentes, aún no se han terminado de desarrollar las estructuras cerebrales, tales como el giro fusiforme, la amígdala y la corteza prefrontal, implicadas en el procesamiento de rostros de temor y enojo, por lo que aún no son capaces,

del todo, de distinguir cambios configuracionales de la misma forma que los adultos (L. A. Thomas et al., 2007).

Un estudio realizado por Thomas y su equipo, en 2001, donde se comparaba la activación de la amígdala en niños de 11 años contra la de adultos de 24 años, utilizando resonancia magnética funcional, al observar rostros temerosos y neutros, encontraron que la actividad de la amígdala izquierda, junto con la sustancia innominada, era mejor en adultos comparado con la actividad de niños, ambos del género masculino, al observar rostros de miedo, mientras que los niños presentaron mayor actividad de la amígdala bilateral frente a rostros neutros. Cuando se comparó la actividad de niños del género femenino con la del masculino, se encontró que la de estos disminuía conforme se repetían los rostros temerosos, mientras que el género femenino no presentó este mismo efecto. El porcentaje obtenido en cuanto a la identificación de las expresiones faciales fue del 78% para los rostros de miedo y del 73% para los neutros.

La diferencia en cuanto a la actividad de la amígdala, de los adultos, al observar rostros temerosos y la de los niños al observar rostros neutros se interpreta como que estos rostros presentan ambigüedad para los niños de esa edad, por lo que producen un estado de alerta o vigilia al no identificar, del todo, la valencia que les corresponde. Lo anterior se complementa con la dificultad que presentaron los niños para categorizar las expresiones de miedo como las neutras, por lo que se considera que la capacidad para discriminar unas de otras se desarrolla en la adolescencia tardía (K. M. Thomas et al., 2001).

## Actividad eléctrica cerebral

Palacios (2002) presenta la historia del electroencefalograma (EEG), y señala que ya se hablaba sobre actividad eléctrica cerebral en animales desde el año 1770, sin embargo, a pesar de diferentes descubrimientos, no fue hasta 1875, con el fisiólogo inglés Richard Caton que se retomó el tema y se le dio importancia, este investigador señalaba que realizando estimulación eléctrica en el sistema periférico se producirían movimientos concretos en determinada zona, además fue el primero en observar como tal la actividad cerebral en su estado más natural, y de haber señalado que la actividad eléctrica se producía en la sustancia gris.

Por otro lado, los rusos Pavel Kaufman, en 1912 y Pradvich Neminski, en 1913, descubrieron que se podía registrar la actividad cerebral sin necesidad de perforar el cráneo (electrocorticografía), mientras que Neminski, a su vez, describió los diferentes ritmos propios del cerebro de los perros. Es en 1924, con el neurólogo y psiquiatra alemán, Hans Berger, quien descubre una actividad eléctrica propia del cerebro humano, mediante un galvanómetro de cuerda y más adelante sería quien descubriera el electroencefalograma

para estudiar pacientes con y sin lesiones cerebrales, identificando los diferentes ritmos cerebrales dependiendo de su estado físico (Palacios, 2002).

El electroencefalograma se puede definir como una herramienta que permite identificar los ritmos cerebrales, a partir de los potenciales eléctricos de las células piramidales ubicadas en la corteza cerebral, es decir, que registra la variación de voltaje mediante una serie de electrodos colocados en la superficie del cuero cabelludo, en otras palabras, el EEG se encarga de registrar el resultado de “la suma de los potenciales postsinápticos generados por la despolarización e hiperpolarización de las células cerebrales” (Núñez-Peña et al., 2004, pág. 5) (Gómez, 2018).

En otras palabras, el tejido nervioso produce potenciales que son los que activan o inmovilizan el cuerpo. A nivel neuronal, las capas III y V producen señales generadoras, mientras que las capas II y IV reciben las señales de aquellas. Lo que se denomina actividad eléctrica es la suma de los potenciales postsinápticos excitadores (PPSE) y los potenciales postsinápticos inhibidores (PPSI) (Grima Murcia, 2017).

Del promedio de los potenciales eléctricos que se obtienen durante un registro, se pueden identificar los potenciales relacionados con eventos (PREs), en castellano, y en inglés, «event-related potential» (ERPs), que son aquellos que se relacionan con la presencia o ausencia de alguna actividad cognitiva, sus principales características son: a) polaridad: positiva (P) o negativa (N), b) topografía: distribución en el cuero cabelludo, c) amplitud: distancia que existe entre el punto máximo del pico y la línea de tiempo, d) latencia: tiempo que transcurre desde la presentación del estímulo hasta la aparición del componente (Núñez-Peña et al., 2004).

Dentro de los componentes más significativos durante el procesamiento de rostros emocionales, en adultos se identifica el N170, que se ubica en la región occipito-temporal y se relaciona con la presencia de rostros o estímulos novedosos, mientras que, en niños de 3 a 4 años, se identifica el N300 y se considera como un posible precursor del N170 (Dawson et al., 2004a). Otro componente es P1, ubicado en la región parieto-occipital que, en niños de 4 a 5 años, muestra mayor amplitud ante rostros emocionales y va decreciendo conforme aumenta la edad, se interpreta como un análisis global y superficial de rostros emocionales. El Potencial Positivo Tardío (LPP por sus siglas en inglés) es un componente de las regiones centro-parietales que emerge alrededor de los 400 ms, en adultos, en la primera infancia, es mayor en las zonas occipitales y en la infancia media se ubica en zonas parietales, se sugiere que es un indicador de atención selectiva, sensible a rostros emocionales (Bigelow et al., 2021, Chronaki, 2016). Por otro lado, se ubica el componente negativo central (Nc), entre 270 y 450 ms en regiones fronto-centrales, de mayor amplitud en niños de 4 a 5 años. Sin embargo, a pesar de las similitudes, aún en los niños de mediana edad, no se ha identificado un patrón similar al de los adultos (Batty & Taylor, 2006).

## Antecedentes

Dawson et al., (2004) registraron mediante EEG a un grupo de 28 niños, de 3 a 4 años, con desarrollo típico para comparar la amplitud y latencia de componentes tempranos y tardíos, ante rostros temerosos y neutros, contra un grupo de 63 niños diagnosticados con el Trastorno del Espectro Autista (TEA) o con Trastorno Generalizado del Desarrollo No Especificado (PDD-NOS, por sus siglas en inglés).

Se evaluó la edad mental de ambos grupos y el estatus socioeconómico, el grupo control obtuvo una edad mental mayor que el grupo experimental por lo que se realizaron dos análisis de los resultados, en el primero se toma en cuenta la edad cronológica mientras que en el segundo se hizo con individuos con una edad mental entre 29 y 46.75 meses.

Los estímulos consistían en la foto de una misma modelo representando, de una manera prototípica, expresiones neutras y de temor, estas fotos se tomaron del conjunto de estímulos de Ekman & Friesen, 1976, y fueron presentados en orden aleatorio. Antes de realizar el registro de la ejecución de la tarea, se proporcionó a los niños siete sesiones de entrenamiento para ponerlos en contexto con respecto a la ejecución de esta. Se utilizó un sensor geodésico de 64 canales que cubrían de manera simétrica la cabeza de cada participante.

La tarea iniciaba con una línea base de 100 ms, posteriormente se presentaba el estímulo, el cual duraba 500 ms en pantalla, se implementó un tiempo entre estímulos, que variaba de 500 a 1000 ms, con la finalidad de evitar que se produjera un efecto de expectativa sobre cuándo aparecería el siguiente estímulo. La duración de la tarea completa era de 2400 y 2900 ms. Un investigador observaba a cada participante y mandaba un aviso a la computadora cuando se distraían o no se encontraban viendo la pantalla. El registro finalizaba cuando cada participante había observado 50 rostros neutros y 50 de miedo o cuando la niña o el niño ya no podía continuar con la tarea.

Se analizaron seis componentes, los cuales se nombraron de acuerdo con su polaridad (P=positivo, N=negativo) y con el tiempo promedio de latencia que presentaron, a excepción del componente NC el cual se presenta como una onda bien definida en estudios de infantes y niños: 1) P200 su pico máximo se identificó entre los 150 y 270 ms., en derivaciones posteriores; 2) N300, se ubicó su pico máximo entre los 270 y 370 ms., en derivaciones posteriores; 3) P300, el pico máximo se identificó entre los 270 y 370 ms., en derivaciones anteriores; 4) NC, se caracteriza por presentar un pico negativo entre los 270 y 710 ms., en derivaciones anteriores; 5) P500, su pico máximo se ubicó entre los 350 y 670 ms., en derivaciones posteriores y 6) Negative Slow Wave (por sus siglas en inglés) se calculó entre los 810 y los 1170 ms., en derivaciones posteriores.

Resultados del análisis tomando en cuenta la edad cronológica:

- P200: las expresiones de temor produjeron latencias más rápidas que los rostros neutros, además de que el grupo control presentó latencias más rápidas ante los rostros neutros que el grupo experimental. En general, la amplitud fue mayor en las derivaciones posteriores de la línea media. El grupo experimental presentó una amplitud más pequeña ante los rostros neutros en el hemisferio izquierdo. Mientras que no se encontraron diferencias entre grupo control y experimental en cuanto a la respuesta ante rostros de miedo.
- N300: En ambos grupos la latencia de este componente fue más rápida en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo. La latencia fue más rápida en el grupo control para los rostros temerosos contra los neutros, en el hemisferio izquierdo. No se encontraron efectos de grupo o emoción en la amplitud de este componente, sin embargo, los niños con desarrollo típico presentaron amplitudes más grandes ante rostros temerosos comparado con los neutros, mientras que los niños del grupo experimental no presentaron estas diferencias. Al examinar la respuesta ante rostros neutros por separado, el grupo control presentó latencias más rápidas en el hemisferio derecho que en el izquierdo, el grupo experimental no presentó ningún efecto al respecto.
- P300: se registró mayor amplitud en la línea media comparado con los bilaterales. No se encontraron efectos o interacciones relacionadas con emoción o grupo en amplitud y latencia.
- Nc: en ambos grupos se presentó una amplitud mayor en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo. No se encontraron efectos o interacciones relacionadas con emoción o grupo en amplitud y latencia.
- P500: se presentó una mayor amplitud en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo. No se encontraron efectos o interacciones relacionadas con emoción o grupo en amplitud y latencia.
- Negative slow wave (NSW): de igual forma que los componentes anteriores, este componente presentó una mayor amplitud en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo. No se encontraron efectos de emoción o grupo, sin embargo, el grupo control presentó mayor amplitud ante los rostros temerosos comparado con los neutros, además se presentó otra interacción de grupo con hemisferio.

Resultados de la comparación basada entre los individuos que coincidieron en edad mental:

- P200: de manera similar con los resultados obtenidos en la comparación de edad cronológica, los rostros temerosos presentaron latencias más rápidas que los rostros neutros. No se registraron diferencias en el procesamiento de rostros temerosos y neutros entre ambos grupos. Tampoco se encontró alguna interacción entre emoción con grupo y hemisferio. Los rostros temerosos propiciaron una amplitud mayor que los rostros neutros, estas amplitudes se registraron en la línea media comparado con los

bilaterales. Además, el grupo experimental presentó mayor amplitud en el hemisferio derecho y la línea media a diferencia del grupo control.

- N300: el grupo control presentó una mayor amplitud antes los rostros temerosos comparado con los neutros, mientras que el grupo experimental no presentó esta interacción. Además, el grupo experimental presentó una latencia más lenta ante ambos rostros, en el hemisferio izquierdo, comparada con el grupo control.
- P300: no hubo efectos en la latencia de este componente. Los rostros neutros fueron más positivos que los rostros temerosos, se registró mayor amplitud en las derivaciones de la línea media. Este efecto fue mayor para el grupo experimental, quienes presentaron una mayor respuesta ante los rostros neutros que los temerosos, mientras que en el caso del grupo control fue al revés.
- NC: los efectos de hemisferio fueron similares a los obtenidos en la comparativa de edad cronológica, pero en este caso se obtuvieron respuestas más negativas en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo.
- P500: no se encontraron efectos para este componente.
- NSW: se encontró que el grupo control presentó mayor amplitud ante los rostros temerosos comparado con los neutros, mientras que el grupo experimental no presentó estas diferencias.

En resumen, fueron tres patrones los que se identificaron, tanto en la comparativa de edad cronológica como en el de edad mental: 1) para ambos grupos, la respuesta ante los rostros temerosos fue más rápida que la respuesta ante los neutros en el componente P200 de las derivaciones posteriores, 2) el grupo control presentó una mejor respuesta de N300 ante los rostros temerosos comparado con la respuesta de los neutros, mientras que el grupo experimental no mostró esta diferencia entre rostros, 3) en el NSW el grupo control presentó una mayor amplitud ante los rostros temerosos comparado con los neutros, en este caso el grupo experimental no mostró esta diferencia. Sin embargo, las diferencias presentadas en la comparación de los grupos que coincidían en edad cronológica, entre amplitud y latencia en P200 y de latencia en N300 no se identificaron en la comparativa de edad mental, por lo que la diferencia de este último factor podría influenciar en los resultados obtenidos. Aparte, la amplitud de P300 se identificó solo en la comparativa de edad mental pero no en la de edad cronológica.

Dennis et al., (2009), utilizaron EEG en 15 niños (7 niñas), de 5 a 9 años, para identificar los PREs que resultaban después de observar un rostro emocional y posteriormente pedirles que realizaran una tarea específica de atención, con la finalidad de identificar si el procesamiento de rostros podía ser un indicador sobre la regulación emocional de los niños.

El procedimiento completo consistía en presentar los rostros emocionales (temerosos, tristes y neutros), durante 200 ms; seguido de un periodo de fijación que variaba de 400 a 1600 ms; posteriormente, presentaban señales, durante 300 ms, que preparaban al participante para la siguiente tarea; nuevamente un periodo de fijación de 450 ms; la presentación de la tarea principal, durante 1700 ms; una retroalimentación de la respuesta, de 1300 ms y un último periodo de fijación, en el que el tiempo dependía del tiempo de la primera fijación y el tiempo de respuesta de la tarea. En total, la duración de cada ensayo fue de 5650 ms. Se realizaron 6 ensayos de un bloque y dos más con 64 ensayos cada uno. Cada bloque presentaba dos tipos de estímulos: uno tenía una mezcla aleatoria de rostros temerosos y neutros (neutros-f) y el otro bloque presentaba rostros tristes y neutros (neutros-s).

Los rostros fueron tomados de una batería realizada por la Red de Investigación sobre Experiencia Temprana y Desarrollo Cerebral y se evaluaron mediante la escala Self-Assessment Mannequin, de la que se utilizaron solo los correspondientes para la valencia y activación. Para los registros de los ensayos se utilizó una gorra de 64 electrodos y se colocaron dos electrodos más, como referencia, para el mastoideo derecho e izquierdo.

Para el análisis de los potenciales se escogieron los que emergían durante los primeros 500 ms posteriores a la presentación de rostros, el componente P1 presentó su pico máximo a los 125 ms en las derivaciones O1, Oz y O2; el pico más alto del componente N1 fue a los 130 ms en las derivaciones parietales centrales P3, Cp y Cp4; para N170 fue a los 190 ms en las derivaciones parieto-occipitales PO7, POz y PO8 y para Nc fue a los 335 ms en los centrales C3, Cz y C4.

- Resultados por emoción y región: Los resultados principales del factor electrodos para N170 y Nc mostraron que la amplitud fue mayor en las derivaciones laterales para N170 y en Cz para Nc. Hubo una interacción significativa entre emoción por electrodo en N1, su amplitud fue mayor en el electrodo derecho CP4 con respecto a los rostros tristes comparado con los temerosos.
- Resultados sobre latencias tomando en cuenta la emoción: Hubo un efecto significativo de emoción en la latencia de P1, las latencias fueron más rápidas con los rostros temerosos en comparación con los tristes. Mientras que las latencias de los rostros neutros no difirieron entre sí ni entre los de tristeza o los de temor.

Lo anterior sugiere que el procesamiento emocional de los rostros se realiza desde las primeras fases de observación, en las que se realiza un procesamiento rápido y superficial de los mismos, además de que se puede identificar que, a pesar de que se observan dos rostros con expresiones emocionales diferentes pero semejantes en cuanto a la valencia negativa, el procesamiento es diferente para cada categoría de rostro, lo

que sugiere que hay diferencias en el procesamiento, no solo entre rostros neutros y emocionales, sino entre las diferentes categorías de emociones.

Batty & Taylor (2006) realizaron un proyecto con 95 niños, utilizando EEG, con el objetivo de identificar los componentes de los potenciales relacionados a eventos que se presentan durante el procesamiento de rostros que expresan enojo, asco, felicidad, miedo, sorpresa y tristeza, además de rostros neutros con el objetivo de analizar si la amplitud y latencia presentaban cambios en función de la edad. El rango de esta fue de 4 a 15 años y se dividieron en seis grupos de edad (4-5, 6-7, 8-9, 10-11, 12-13 y 14-15).

Las imágenes presentadas eran de diferentes modelos de hombres y mujeres, las cuales fueron tomadas en su laboratorio. Se presentaron 210 imágenes en total, divididas en 3 bloques, cada uno tenía 70 rostros con 10 imágenes de cada emoción, más 10 de rostros neutros y otras 15 imágenes que contenían objetos (carros, mariposas, aviones, etc.), los 3 bloques se presentaron dos veces, de manera aleatoria. La duración de cada imagen era de 500 ms, con un lapso de 1200 a 1600 ms entre una y otra. Para mantener la atención de cada participante se le pidió que presionara un botón cuando observara una imagen que no pertenecía a un rostro.

Se identificaron tres componentes, P1 se registró en los siguientes electrodos: O1, O2, PO9 y PO10 y N170 en P7, P8, TP9, TP10, PO9, PO10 y la actividad correspondiente a la región fronto-central se registró en Fz, F3, F4, Cz, C3, C4, FC5, FC6.

➤ Efectos de la edad:

P1 (amplitud y latencia): La amplitud disminuyó de manera significativa conforme la edad aumentaba. La comparación de los grupos de edad mostró efectos significativos entre todos los grupos excepto con los adyacentes a los más grandes y a los más jóvenes, sugiriendo una continua modificación en la amplitud de P1 a través de la infancia. La latencia también disminuyó de manera significativa con el aumento de la edad. Las pruebas post hoc revelaron que, los grupos de 4 a 5, 6-7 y 8-9 años, difirieron significativamente de los 10-15 años.

N170 (amplitud y latencia): se registró un efecto principal para el factor electrodo y una interacción de edad por electrodo. El N170 fue más amplio en P7 y P8 que en las zonas temporo-parietales y en las parieto-occipitales y fue mayor en los tres grupos de edad más jóvenes. En estos dos electrodos, se identificó un efecto de la edad, donde la amplitud de N170 disminuye hasta los 12-13 años y posteriormente aumenta en el grupo de 14-15 años. En cuanto a la latencia, esta disminuyó mientras la edad aumentaba. Las pruebas post-hoc revelaron que esta disminución no es continua a lo largo de todos los grupos de edad, ya que no hubo diferencias significativas entre los 4-5 y los 6-7 años o entre los 10-15 años. La latencia del N170 del

grupo de 8-9 años difirió de los demás grupos. La latencia aumentó de manera significativa en las derivaciones P7 y P8. Se encontró una interacción de electrodo con edad en los tres grupos de mayor edad.

- Principales amplitudes en los sitios fronto-centrales. La amplitud principal se encontró entre los 270-450 ms y se dividieron en seis ventanas de 30 ms cada una. Esta actividad frontal es positiva en adultos, sin embargo, fue negativo en los niños. Se encontró un efecto de edad de 300 a 390 ms, el cual disminuía su negatividad conforme aumentaba la edad, sin embargo, no hubo interacciones con la edad ni la emoción.
- Efectos de electrodos y hemisferios: P1 fue más amplió en la zona occipital que en la parieto-occipital, además de interactuar con la edad, es decir, esta diferencia en la amplitud disminuyó conforme aumentó la edad. La amplitud de P1 fue mayor en los electrodos del hemisferio derecho.

N170 fue mayor en los electrodos del hemisferio derecho que del izquierdo. Cuando se analizaron P7 y P8 por separado, se encontró un efecto con el factor sexo, el cual fue mayor para las niñas que para los niños, esto únicamente en P8; en el hemisferio izquierdo no hubo efectos relacionados con el sexo.

#### 1. Efectos del procesamiento emocional:

Amplitud y latencia de P1: No se encontraron efectos relacionados con la emoción en la amplitud de P1, aunque sí se encontró una interacción de la edad con la emoción, así como del sexo con la emoción, pero cuando se realizó el análisis del factor emoción con cada grupo de edad y por sexo no se encontraron efectos significativos. Por otro lado, se encontró un efecto de emoción en la latencia de P1, hubo una disociación entre las emociones negativas, las positivas y neutras. La latencia de P1 fue más lenta para los rostros temerosos que para los neutros, felices y sorprendidos. Los rostros felices evocaron P1 antes que los de asco, miedo y tristeza. Cuando los efectos de emoción se analizaron por grupo de edad, se encontró un efecto principal de emoción únicamente en los grupos más jóvenes de edad (4-5 y 6-7 años). Se encontró una interacción de emoción con el sexo de los participantes, en todas las emociones menos para los rostros tristes y enojados, la latencia fue mayor para los niños que para las niñas.

Amplitud y latencia de N170: No hubo efectos significativos con el factor emoción en la amplitud de N170. Sin embargo, cuando se hizo el análisis por grupos de edad, se encontró un efecto de emoción solo para el grupo de mayor edad con respecto a los rostros de emociones negativas (miedo, asco y enojo). Además, hubo una interacción de electrodo por emoción en la latencia de N170, sin embargo, el análisis por electrodos no mostró efectos significativos de emoción.

Principales amplitudes en los sitios fronto-centrales: La ventana de tiempo de 360-390 ms mostró una tendencia en cuanto a las diferencias entre el factor emoción. Posteriormente, las siguientes dos ventanas de tiempo, de 390-420 ms y de 420-450, mostraron efectos significativos, los rostros felices evocaron una actividad menos negativa que los rostros de asco.

Lo anterior da cuenta de los diferentes cambios que se llevan a cabo durante el desarrollo infantil hasta que se observa un procesamiento similar al de los adultos en la etapa adolescente, no de una manera lineal, pero sí de una forma que permite agilizar la detección y el análisis rápido de los rostros (P1), el contenido emocional (N170), así como la regulación y el comportamiento social que se adquiere con la experiencia (actividad fronto-central), donde factores como la edad tiene un papel crucial, además del sexo, que indican un funcionamiento diferente entre niños y niñas, así como la valencia de las emociones en las expresiones, las regiones y los hemisferios cerebrales, los cuales presentan un funcionamiento diferente.

Bigelow (2022) realizó una investigación para identificar si el nivel de lenguaje está relacionado con componentes psicofisiológicos propios del procesamiento de rostros emocionales en 156 niños (76 niñas), de entre 4 y 12 años.

Para la tarea de lenguaje utiliza 32 items del subtest de la Clínica de Evaluación de los Fundamentos del Lenguaje con la finalidad de evaluar sus habilidades de lenguaje en general. Mientras que, para la tarea de rostros, se utilizaron dos modelos (1 hombre y 1 mujer) para la fase de práctica y cuatro modelos más (2 hombres y 2 mujeres) para la fase del experimento, cada modelo representaba felicidad, enojo, miedo y neutralidad en sus expresiones, dichas imágenes se obtuvieron del Set de Estímulos de Expresiones Faciales Afectivas en Infantes (CAFE, por sus siglas en inglés). Todos los rostros se presentaron a color con los modelos mirando de frente, con un fondo en blanco y negro detrás y con playeras blancas para minimizar cualquier efecto de la ropa.

Para la ejecución de la tarea, los y las participantes debían responder forzosamente, sobre si el rostro que observaban tenía una expresión de sentirse bien o no, cuando apareciera un recuadro azul alrededor de los rostros. Cada participante realizaba la tarea en una silla a 60 cm de distancia del monitor. Cada ensayo comenzaba con una cruz de fijación al inicio, en el centro de la pantalla, el tiempo de presentación variaba de 500 a 750 ms, posteriormente aparecía un rostro expresando neutralidad, enojo, miedo o felicidad durante 600 ms, a continuación, aparecía un recuadro azul alrededor de la imagen por 750 ms, esto indicaba a cada participante que debían responder, pasado este tiempo, el siguiente ensayo aparecía, se haya presentado respuesta o no. Cada participante realizaba ejercicios de práctica hasta que se sentían cómodos para continuar.

A pesar de que se presentaron estímulos estáticos y en movimiento, únicamente se analizaron los resultados de los rostros estáticos, de los cuales se presentaron 192 ensayos, divididos en 4 bloques, cada uno de

3 minutos aproximadamente. Cada bloque incluía a las y los 4 modelos presentando las 4 expresiones de manera aleatoria. La tarea sobre la habilidad de lenguaje y el procesamiento de rostros se realizaron en sesiones diferentes. Para el registro de EEG se utilizó un sensor de red geodésico de hidro celdas con 64 canales.

Resultados sobre la amplitud y latencia de P100: la edad tuvo un efecto significativo con respecto a la amplitud, ya que mientras aquella aumenta la amplitud disminuye. También el género tuvo un efecto en la amplitud, las niñas mostraron amplitudes más pequeñas que los niños. No se encontraron efectos de emoción o de lenguaje que impactaran de manera significativa sobre la amplitud de P100. A su vez, la edad también fue significativa con respecto a la latencia, y de la misma forma que la amplitud, conforme aumentaba la edad la latencia disminuía. Las niñas también volvieron a presentar efectos significativos, ya que mostraron latencias más cortas que los niños. No se encontraron efectos con respecto a la emoción o al lenguaje.

Sin embargo, se encontró una interacción entre emoción y edad que señala una disminución en la latencia conforme aumentaba la edad en el procesamiento de rostros neutros y emocionales, más en específico, en los rostros enojados. Además, de una interacción de emoción con lenguaje, es decir que, la latencia aumentó conforme la habilidad de lenguaje incrementaba, esto se observó comparando los rostros emocionales contra los neutros, los niveles de significancia se encontraron en los rostros enojados y temerosos, pero no en los rostros felices.

Resultados sobre la amplitud y latencia de N170: En este caso, la edad también tuvo un impacto significativo con respecto a la amplitud de este componente, ya que conforme la edad aumentaba este se volvía más pequeño, es decir, más positivo. No se encontraron efectos de género, emoción o lenguaje. Tampoco hubo interacciones de edad con lenguaje, edad con emoción o emoción con lenguaje. Por otro lado, la edad también influyó en la latencia, disminuyendo conforme aquella aumentaba. En el caso del género, las niñas presentaron latencias más cortas que los hombres, mientras que ni la emoción, ni el lenguaje presentaron algún impacto significativo en la latencia. No se encontraron interacciones significativas entre la edad y el lenguaje, la emoción y el lenguaje o la edad y la emoción.

En conclusión, se obtuvieron resultados similares a otros estudios con respecto al efecto de la edad, señalando que el procesamiento de rostros emocionales tiene diferentes cambios a lo largo de la infancia y la adolescencia, manteniendo un patrón similar y progresivo en el comportamiento cerebral.

## Planteamiento del Problema

### Objetivos

1. Conocer las diferencias entre los potenciales relacionados con eventos (PREs) generados en escolares que observan rostros neutros y temerosos:
  - a. Registrar la actividad eléctrica cerebral de niños y niñas, en edad escolar, durante la observación de rostros neutros y rostros que expresan miedo.
  - b. Analizar los PREs asociados al procesamiento de un rostro neutro.
  - c. Analizar los PREs asociados al procesamiento de un rostro temeroso.
  - d. Identificar las diferencias de amplitud entre los PREs asociados a rostros neutros y rostros temerosos.

### Preguntas

1. ¿Qué diferencias se presentan entre los PREs generados en escolares que observan rostros neutros y los PREs de escolares que observan rostros temerosos?
  - a. ¿Qué tipo de PREs se relacionan al procesamiento de un rostro neutro y un rostro temeroso?
  - b. ¿Qué diferencias hay entre la amplitud de los PREs asociados a rostros neutros y rostros temerosos?

### Hipótesis

- a. El tipo de PREs que se relacionarán al procesamiento de un rostro neutro y un rostro temeroso serán N1, P1, N170 y Nc.
- b. Los PREs generados en escolares que observan rostros temerosos tendrán mayor amplitud que los PREs de escolares que observan rostros neutros.

## Método

Esta investigación forma parte de un proyecto relacionado con la identificación de los marcadores psicofisiológicos y neuroendocrinos del maltrato infantil, con la finalidad de obtener datos que permitan identificar y comparar diferencias entre un grupo de niños y niñas sin antecedentes de maltrato y otro grupo de niños y niñas con este antecedente, sin embargo, esta investigación solo estará enfocada en uno de los

marcadores: la actividad electrofisiológica del grupo control, por lo que tendrá un alcance comparativo, llevará una metodología cuantitativa, y desarrollará un diseño no experimental transeccional.

### Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Actividad eléctrica cerebral	La suma de los potenciales postsinápticos excitadores (PPSE) y los potenciales postsinápticos inhibidores (PPSI) producidos en las capas III y V de la corteza cerebral.	Potenciales Relacionados a Eventos	Procesamiento de rostros emocionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polaridad: positiva o negativa</li> <li>• Topografía: distribución en el cuero cabelludo.</li> <li>• Amplitud: distancia que existe entre el punto máximo del pico y la línea del tiempo.</li> <li>• Latencia: tiempo que transcurre desde la presentación del estímulo hasta la aparición del componente</li> </ul>
Emoción	Respuesta organizada que involucra tanto los sistemas fisiológicos, como cognitivos y motivacionales.	Manifestaciones observables: expresiones faciales	Rostros temerosos y neutros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad Eléctrica cerebral</li> </ul>

## Muestra

Este proyecto seleccionó una muestra no probabilística de 30 niños, de sexo femenino y masculino.

## Procedimiento para la recolección de datos

1. Se convocó a las y los participantes mediante carteles informativos, para que se pusieran en contacto vía mensaje o llamada telefónica, además de haber invitado a conocidos, amigos y familiares a que participaran.
2. Una vez que los padres de familia se pusieron en contacto para participar, se les proporcionó la ubicación y se estableció una fecha para realizar el registro. Además, se les solicitó que, el día que asistieran con los y las participantes, estos se presentaran con cabello limpio y seco, libre de fijadores y acondicionadores, así como que, durante el día del registro, no ingirieran alimentos y bebidas con exceso de azúcares y que avisaran si se encontraban bajo tratamiento médico.
3. El día del registro, los padres y madres leyeron el procedimiento general a los y las participantes, posteriormente se solicitó que padres o madres de familia firmaran el consentimiento informado y respondieran un breve cuestionario sobre el desarrollo psicosocial de cada participante, mientras que cada uno de estos expresó verbalmente si deseaba participar o no.
4. Ya en el laboratorio, se midió la cabeza de cada participante, tanto perímetro como distancia entre inion y nazon, para establecer el tamaño de gorra que les correspondía, posteriormente se limpió el cuero cabelludo para favorecer la conductividad eléctrica, se colocó la gorra y posteriormente, la pasta conductora, siguiendo un orden entre cada electrodo, mientras se realizaba este proceso, otra investigadora realizaba el registro de los datos de cada participante en la computadora donde se iba registrar la información sobre la actividad cerebral. En este caso, el instrumento utilizado fue un electroencefalograma de la marca MEDICID, modelo 5 de 36 canales, con una configuración básica de electroencefalograma (EEG). La Figura 4 muestra lo realizado en este apartado.

## Figura 4

*Participante en tarea emocional con registro simultáneo del electroencefalograma*

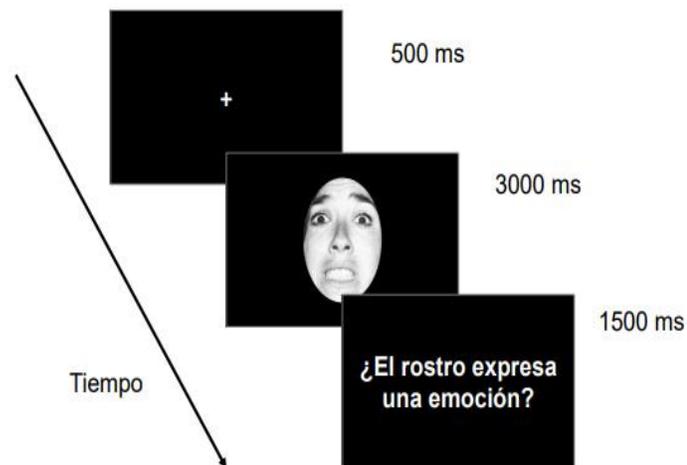


5. Se revisaron las impedancias de las derivaciones, de modo que se encontraran por debajo de los 5 k $\Omega$ , se continuó con el registro hasta que, en su mayoría, se encontraron dentro de este parámetro.
6. Se le proporcionaron las siguientes indicaciones a cada participante: “A continuación vas a observar diferentes imágenes de rostros, después de cada uno se va a presentar una pregunta que dice: “¿El rostro expresa una emoción?” y en ese momento, tú vas a responder presionando la flecha derecha del teclado, para decir sí o la flecha izquierda para decir no. Es importante que respondas solo cuando aparezca la pregunta, para que la actividad avance hasta el final y no se detenga. Además, es muy importante que te muevas lo menos posible y que te mantengas en silencio hasta terminada la actividad”.
7. Una vez comprendidas las instrucciones, se les indicó que era necesario apagar la luz durante la tarea y se les pidió que cerraran sus ojos y respiraran profundo, con la finalidad de que se prepararan para iniciar el registro.
8. Posteriormente, se les pidió que abrieran sus ojos para iniciar la tarea, mientras la otra investigadora se encargaba de la grabación del registro de la actividad cerebral.

9. La tarea comenzaba presionando cualquier tecla y en seguida aparecía una cruz, de color blanco, en el centro, 200 ms después, se presentaba un rostro neutro o temeroso, de manera aleatoria, durante 3000 ms y posteriormente aparecía la pregunta: «¿El rostro expresa una emoción?», durante 1500 ms, donde cada participante debía responder sí o no para que la tarea continuara. Fueron 24 imágenes, tomadas y adaptadas del proyecto Pictures of Facial Affects (POFA), se escogieron 10 rostros temerosos y 14 neutros, de 14 modelos diferentes (8 mujeres), de 384 pixeles de ancho por 599 de alto, se cubrió la línea del cabello y se colocó un fondo color negro, los 24 estímulos se presentaron 3 veces cada uno, obteniendo un total de 72 ensayos, el tiempo de la tarea dependía del tiempo de respuesta de cada participante. La Figura 5 muestra un ejemplo del paradigma descrito anteriormente:

### Figura 5

#### *Paradigma de estimulación*



*Nota: El rostro que se presenta fue tomado y adaptado de la colección del proyecto Pictures of Facial Affects (POFA).*

10. Al finalizar la actividad, la investigadora de apoyo detuvo la grabación del registro e ingresó detalles sobre cómo se llevó a cabo el mismo (si hubo mucho movimiento, comentarios, alguna falla técnica, etc.), se encendió la luz para retirar la gorra y hacer limpieza de la pasta en el cuero cabelludo.
11. Se agradeció la participación del niño o niña y en caso de que se haya concluido toda la actividad hasta el final, se les entregó un obsequio sorpresa.
12. Por último, se hizo limpieza de los materiales utilizados y del laboratorio.

1. Para realizar el análisis estadístico, en primer lugar, se realizó una revisión general de las ventanas de cada participante, estas se establecieron de -100 ms antes del estímulo a 1000 ms después de la presentación del mismo, para seleccionar las ventanas que se encontraban sin exceso de ruido extracerebral como: movimientos oculares, parpadeos, etc., una vez realizada la selección de ventanas se realizó el gran promedio con todos los participantes que contaban con más de 28 ventanas en total para los rostros temerosos y 35 para los rostros neutros.
2. Posteriormente se generó el gran promedio, de 23 participantes, de rostros neutros y temerosos, se identificaron los componentes P1, N1, N170 y Nc, así como sus respectivas derivaciones, para posteriormente exportar a texto los datos y realizar el análisis estadístico.
3. El análisis estadístico se realizó en el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (IBM SPSS, por sus siglas en inglés), se escogió un ANOVA de medidas repetidas y se introdujeron los siguientes datos: condición (2) x derivaciones (estos variaban dependiendo del componente). En vista de que los resultados no mostraban nada relacionado entre las condiciones, se hizo una segunda edición de ventanas.
4. Para realizar esto se redujo el tiempo de las ventanas y se estableció de -100 ms antes del estímulo a 800 ms después de la presentación de este, para dejar fuera el ruido extracerebral que se encontraba al final de las ventanas, además de descartar las que, a pesar del recorte de tiempo, presentaban ruido, por lo que el gran promedio de cada condición se hizo con 16 participantes.
5. En este caso, el análisis estadístico también se hizo con un ANOVA de medidas repetidas con los siguientes datos: «condición» (2) x «derivaciones» (igual que en la primera muestra, la cantidad dependía del número de derivaciones de cada componente), posteriormente se incluyó la variable «sexo» en el análisis y posteriormente se hizo con la muestra masculina y femenina por separado, ya que todos los resultados señalaban que había diferencia en cuanto al factor «sexo».
6. Para identificar, de manera más específica, las derivaciones y el sexo al que correspondían las diferencias significativas se hicieron las pruebas post hoc mediante un análisis de comparaciones múltiples por parejas, en el mismo paquete estadístico, tomando en cuenta siempre un umbral de significancia menor a 0.05.

## Resultados

### Características sociodemográficas de la muestra

En un inicio se realizaron 30 registros con EEG, de los cuales, 19 eran del sexo masculino y 11 del femenino, de entre 6 y 12 años de edad ( $\bar{x}$ =8.9 años,  $SD$ =1.712), el 53% asistía a una escuela privada y el 47% a una pública, en cuanto al grado escolar el 40% cursaba 3° de primaria, el 16% estaba en 1° de primaria, el 30% el 2°, así como 4° y 6° de primaria y solo el 7% cursaba 2° de secundaria, los datos mencionados se pueden observar en la Tabla 1.

En la primera selección de ventanas libres de actividad extra cerebral se obtuvo una muestra de 23 participantes, de la cual 15 eran del sexo masculino y 8 del femenino, su rango de edad era de entre 6 y 12 años ( $\bar{x}$ = 8.7 años,  $SD$ = 1.609), el 52% informó que asistía a una institución educativa pública, mientras que el 47% dijo asistir a una institución particular; el 43% señaló cursar el 3° de primaria, el 17% estaba en 1° de primaria, el 13% en 4° de primaria, el 27% en 5° y 2° de primaria, así como en 1° de secundaria, estos datos se pueden observar de manera resumida en la Tabla 1.

Sin embargo, dada la falta de resultados entre condiciones, se hizo una segunda selección de ventanas libres de actividad extra cerebral de manera más estricta, lo que obligó a la exclusión de 7 niños y niñas, quedando una muestra reducida de 16 participantes, donde 9 eran del sexo masculino y 7 del femenino, de entre 6 y 12 años ( $\bar{x}$ = 8.56 años,  $SD$ = 1.511), el 56.25% asistía a una institución educativa particular y el 43.75% acudía a una pública; el 44% cursaba 3° de primaria, el 28% estaba en 4° y en 1° de primaria, el 12% estaba en 5° de primaria y solo el 6.25% en 2° de primaria, los datos anteriores se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1***Datos sociodemográficos de la muestra*

Muestra	Sexo	Edad	Grado escolar	Tipo de escuela
30	63% masculino y 37% femenino	Entre 6 y 12 años ( $\bar{X}$ = 8.9 años)	40%= 3° de primaria 16%= 1° de primaria 10%= 2° de primaria 10%= 4° de primaria 10% 6° de primaria 7%= 5° de primaria 7%= 1° de secundaria	53% particular y 47% pública
23	65% masculino y 35% femenino	Entre 6 y 12 años ( $\bar{X}$ = 8.7 años)	43%= 3° de primaria 17%= 1°de primaria 13%= 4°de primaria 9%= 5°de primaria 9%= 2° de primaria 9%= 1° de secundaria	52% pública y 48% privada
16	56% masculino y 44% femenino	Entre 6 y 12 años ( $\bar{X}$ =8.5 años)	44%= 3° de primaria 19%= 4° de primaria 19%= 1° de primaria 12%= 5° de primaria 6%= 2° de primaria	56% particular y 44% primaria pública

A cada adulto, responsable de cada participante, se le pidió responder un formato relacionado con el desarrollo psicosocial de sus hijas e hijos, en el que ninguno manifestó anomalías al respecto.

#### Análisis conductual

La pregunta «¿El rostro expresa una emoción?» se presentó 72 veces entre ambas condiciones, para lo que el 69.59% de participantes de la muestra amplia (n=23) respondió de manera correcta cuando se observaron rostros neutros, mientras que el 81.76% respondió correctamente a la misma pregunta con respecto a los rostros temerosos. Con respecto a la muestra reducida (n=16), el 64.88% respondió correctamente, a la pregunta ya mencionada, ante los rostros neutros y el 80.24% lo hizo ante los rostros temerosos, los datos se muestran en la Tabla 2. Estos resultados reflejan un nivel de reconocimiento de la expresión de miedo alta, sin embargo, no lo es tanto para la expresión neutra.

**Tabla 2**

*Resultados del análisis conductual de la muestra amplia (n=23) y reducida (n=16)*

Muestra	Porcentaje de respuestas correctas ante los rostros neutros	Porcentaje de respuestas correctas ante los rostros temerosos
23	69.59%	81.76%
16	64.88%	80.24%

En cuanto al análisis realizado entre sexos, de la muestra amplia (n=23) se encontró que el 59% del sexo masculino respondió correctamente después de observar rostros neutros y el 82% del mismo sexo respondió correctamente ante los rostros temerosos, mientras que, el 74% del sexo femenino respondió correctamente ante los rostros neutros y el 80% del mismo sexo lo hizo ante los rostros temerosos, de la muestra reducida se obtuvo que, el 57.93% del sexo masculino respondió de manera correcta ante los rostros neutros y el 78% del mismo sexo lo hizo ante los rostros temerosos, por parte del sexo femenino el 73.80% respondió correctamente ante los rostros neutros y el 81.90% lo hizo ante los rostros temerosos, lo anterior se presenta en la Tabla 3. En este caso se observa que es mayor el porcentaje de respuestas correctas hacia los rostros neutros por parte del sexo femenino comparado con el masculino, tanto en la muestra amplia como en la muestra reducida, mientras que

para los rostros temerosos es mayor el porcentaje por parte del sexo masculino comparado con el femenino en la muestra amplia, sin embargo, en la muestra reducida es mayor el porcentaje del sexo femenino.

**Tabla 3**

*Resultados del análisis conductual entre sexos de la muestra amplia (n=23) y reducida (n=16)*

Muestra	Porcentaje de respuestas correctas ante los rostros neutros del sexo masculino	Porcentaje de respuestas correctas ante los rostros temerosos del sexo masculino	Porcentaje de respuestas correctas ante los rostros neutros del sexo femenino	Porcentaje de respuestas correctas ante los rostros temerosos del sexo femenino
23	59.20%	82.47%	74.69%	80.41%
16	57.93%	78.93%	73.80%	81.90%

#### Características del análisis estadístico de los potenciales relacionados con eventos

Se retomaron los componentes y las derivaciones mayormente estudiados en la literatura del procesamiento de rostros temerosos y neutros dentro de la población en desarrollo (N1, P1, N170 y Nc). En la Tabla 4 se presentan las características del análisis de cada componente:

**Tabla 4**

*Características del análisis de cada componente (N1, P1, N170 y Nc)*

Componente	Ventana (ms)	Derivaciones
N1	120-210	F3-A1/A2, F4-A1/A2, C3-A1/A2, C4-A1/A2, Fz-A1/A2, Cz-A1/A2
P1	130-200	O1-A1/A2, O2-A1/A2
N170	180-260	P4-A1/A2, O1-A1/A2, O2-A1/A2, T6-A1/A2
Nc	350-460	C3-A1/A2, C4-A1/A2, Cz-A1/A2

## Resultados del análisis estadístico de los factores «condición» y «derivaciones»

Se presentan los resultados del análisis sobre la muestra amplia (n=23), en el que se incluyeron como factores de varianza «condición» (neutro/temeroso) y «derivaciones» (F3-A1/A2, F4-A1/A2, C3-A1/A2, C4-A1/A2, Fz-A1/A2, Cz-A1/A2, O1-A1/A2, O2-A1/A2, P4-A1/A2 y T6-A1/A2) en todos los componentes, todos arrojaron niveles de significancia en cuanto al factor «derivaciones», no se encontraron resultados significativos para el factor «condición», la información se resume en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Resultados significativos del análisis de los factores «condición» y «derivaciones» de la muestra amplia (n=23)*

Componente	Factor	gl.	F	Sig.	Tipo de prueba
N1	Derivaciones	1,14	5.387□	0.003	Pruebas multivariante
P1		1,14	8.819□	0.007	
N170		1,14	6.797□	0.002	
NC		1,14	3.616□	0.045	

Los resultados de la muestra reducida (n=16 participantes) no difirieron mucho de la anterior, porque se presentaron niveles de significancia en función del factor «derivaciones» en todos los componentes menos en N170, la información se muestra resumida en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Resultados significativos del análisis de los factores «condición» y «derivaciones» de la muestra reducida (n=16 participantes)*

Componente	Factor	gl.	F	Sig.	Tipo de prueba
N1	Derivaciones	1,14	6.875□	0.004	Pruebas multivariante
P1		1,14	5.564□	0.032	
NC		1,14	3.793□	0.048	

Resultados del análisis estadístico de los factores «condición», «derivaciones» y «sexo»

En la muestra amplia (n=23 participantes), se hizo el análisis de los factores «sexo» (masculino y femenino), «condición» y «derivaciones», donde se obtuvieron resultados significativos en todos los componentes en función del factor «sexo» y «derivaciones», a excepción del NC que solo presentó valores significativos en el factor «género». Los resultados se presentan en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Resultados significativos del análisis de los factores «condición», «derivaciones» y «sexo» de la muestra amplia (n=23 participantes)*

Componente	Factor	gl.	F	Sig.	Tipo de prueba
N1	Derivaciones	1,14	4.349	0.010	Pruebas multivariante
	Sexo	1,14	10.447	0.004	Pruebas de efectos inter-sujetos
P1	Derivaciones	1,14	8.866	0.007	Pruebas multivariante
	Sexo	1,14	7.946	0.01	Pruebas de efectos inter-sujetos
N170	Derivaciones	1,14	7.362	0.002	Pruebas multivariante
	Sexo	1,14	9.098	0.007	Pruebas de efectos inter-sujetos
NC	Sexo	1,14	8.509	0.008	Prueba de efectos inter-sujetos

En cuanto a la muestra reducida (n=16 participantes), con el análisis de los mismos factores mencionados anteriormente, se presentaron resultados significativos en todos los componentes con respecto al factor «sexo» y solo en N1 y P1 se obtuvo significancia en cuanto a «derivaciones», lo anterior se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Resultados significativos del análisis de los factores «condición», «derivaciones» y «sexo» de la muestra reducida (n=16 participantes)*

Componente	Factor	gl.	F	Sig.	Tipo de prueba
N1	Derivaciones	1,14	7.445□	0.004	Pruebas multivariante
	Sexo	1,14	10.55	0.006	Pruebas de efectos inter-sujetos
P1	Derivaciones	1,14	5.828□	0.03	Pruebas multivariante
	Sexo	1,14	6.835	0.02	Pruebas de efectos inter-sujetos
N170	Sexo	1,14	8.025	0.013	Pruebas de efectos inter-sujetos
NC	Sexo	1,14	9.221	0.009	Prueba de efectos inter-sujetos

Resultados del análisis estadístico de los factores «condición» y «derivaciones» en la muestra femenina

Se realizó el análisis de los factores «condición» y «derivaciones», solo con las participantes del sexo femenino de la muestra reducida (n=16), que estaba conformada por 7 niñas (n=7), los resultados indican que P1 y N170 muestran diferencias entre sus derivaciones, lo anterior se puede observar en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Resultados significativos del análisis de los factores «condición» y «derivaciones» de una muestra femenina (n=7)*

Componente	Factor	gl.	F	Sig.	Tipo de prueba
P1	Derivaciones	1,14	6.422□	0.044	Pruebas multivariante
N170		1,14	46.383□	0.001	

Resultados del análisis estadístico de los factores «condición» y «derivaciones» en una muestra masculina

En este caso se hizo el análisis de los factores «condición» y «derivaciones» en los participantes del sexo masculino de la muestra reducida, fueron 9 participantes (n=9) los que se tomaron en cuenta y, a diferencia del

femenino, el componente N1 mostró diferencias entre sus derivaciones, lo anterior se puede observar en la Tabla 10.

### Tabla 10

*Resultados significativos del análisis de los factores «condición» y «derivaciones» de una muestra masculina (n=9)*

Componente	Factor	gl.	F	Sig.	Tipo de prueba
N1	Derivaciones	1,14	8.817□	0.028	Pruebas multivariante

#### Resultados de las pruebas post-hoc del factor «derivaciones»

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas post-hoc, a través de un análisis de comparaciones múltiples por pareja, por componente con respecto al factor «derivaciones» para la muestra amplia (n=23) y la reducida (n=16).

#### N1

En este caso, se puede observar en la Tabla 11, que la amplitud de N1 de la muestra amplia (n=23), en la derivación frontal media (Fz-A1/A2) es mayor, para ambas condiciones, comparada con las derivaciones frontales bilaterales (F3-A1/A2 y F4-A1/A2), así como la central izquierda (C3-A1/A2), así mismo la derivación central media (Cz-A1/A2) también presentó mayor amplitud comparada con la región frontal (F3-A1/A2 y F4-A1/A2) y central (C3-A1/A2 y C4-A1/A2) de ambos hemisferios.

**Tabla 11**

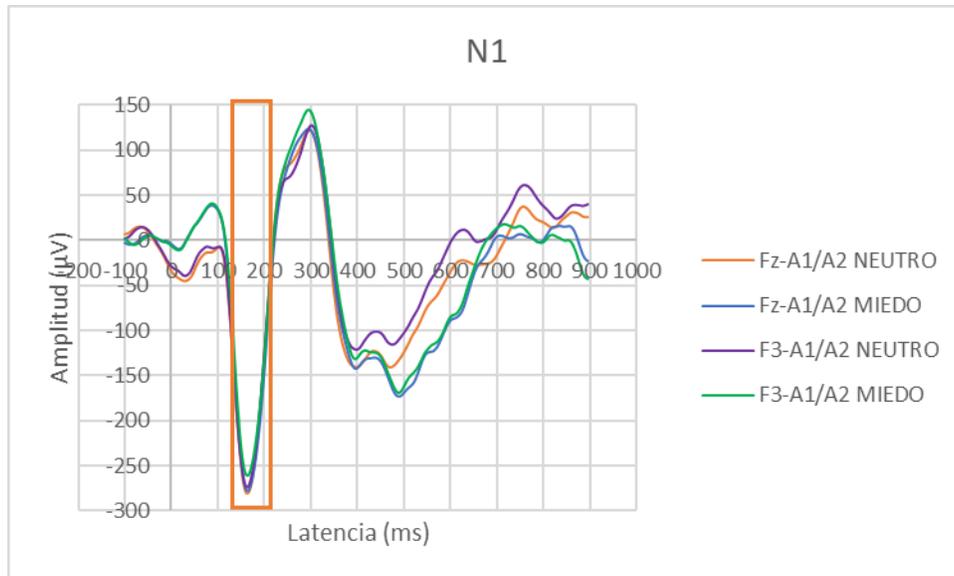
*Resultados de las pruebas post-hoc del análisis con respecto al factor «derivaciones» de la muestra amplia (n=23) para el componente N1*

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
N1	Fz-A1/A2	F3-A1/A2	17.321	6.785	0.018
		F4-A1/A2	12.031	3.834	0.005
		C3-A1/A2	17.222	4.977	0.002
	Cz-A1/A2	F3-A1/A2	22.956	6.439	0.002
		F4-A1/A2	17.665	7.781	0.033
		C3-A1/A2	22.856	7.919	0.009
		C4-A1/A2	11.702	4.644	0.02

Las Figuras 6, 7 y 8 presentan gráficas donde se muestran las diferencias de amplitud presentes en la Tabla 11, entre las derivaciones Fz-A1/A2, F3-A1/A2, F4-A1/A2 y C3-A1/A2 para ambas condiciones donde se puede observar que Fz-A1/A2 presenta mayor amplitud en cada una. En este caso los valores del eje «Amplitud» se presentan de 150 a -300 microvolts debido al tamaño de la amplitud del potencial, mientras que, en las gráficas del componente N170, de la muestra amplia (n=23) los valores serán de 600 a -300 microvolts, sin embargo, en las gráficas de la muestra reducida (n=16) serán de 30 a -20 microvolts.

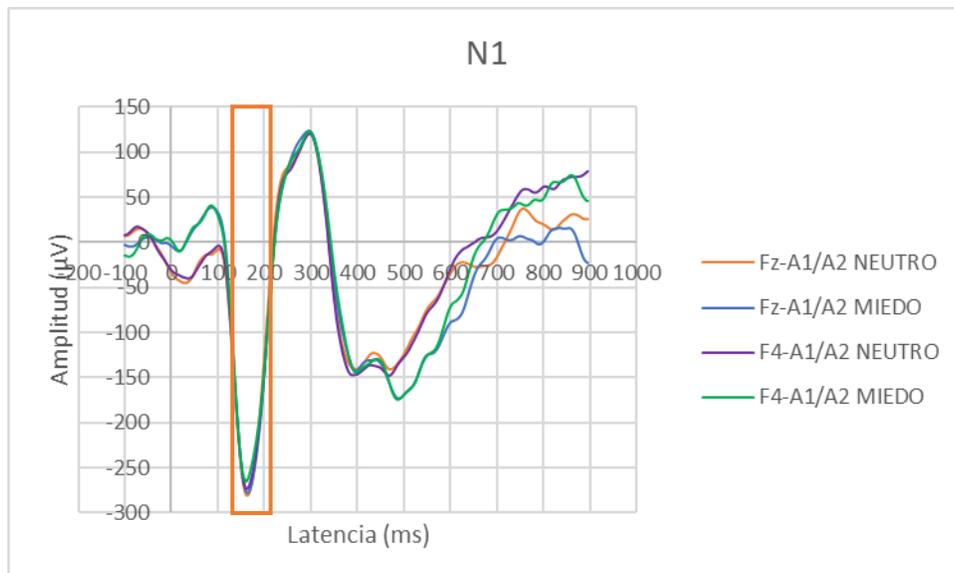
**Figura 6**

Gráfica del componente N1 donde aparecen Fz-A1/A2 y F3-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra amplia (n=23)



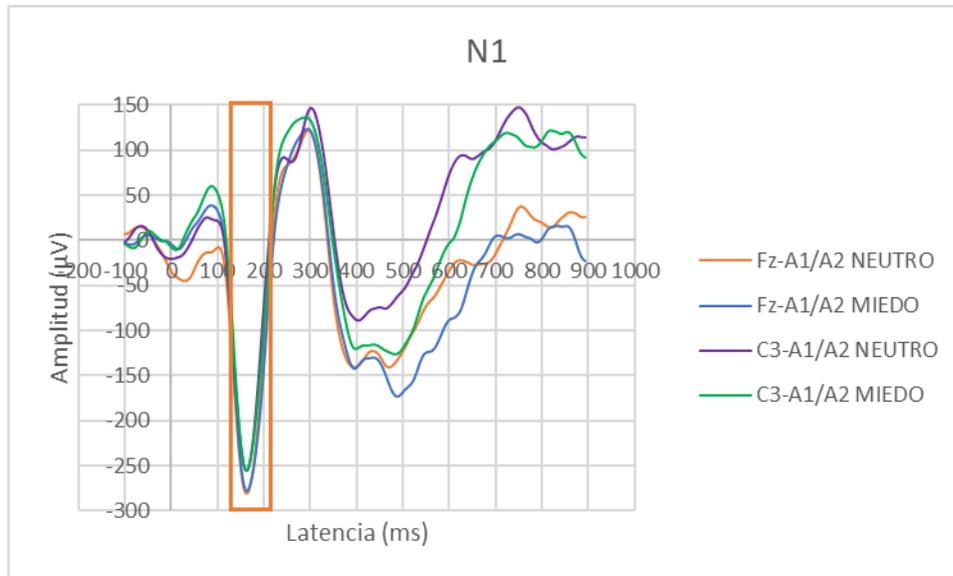
**Figura 7**

Gráfica del componente N1 donde aparecen Fz-A1/A2 y F4-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra amplia (n=23)



## Figura 8

Gráfica del componente N1 donde aparecen Fz-A1/A2 y C3-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra amplia (n=23)



Mientras que la Tabla 12 presenta los resultados obtenidos para la muestra reducida (n=16), en la que se puede observar un efecto significativo de amplitud, para ambas condiciones, en la derivación frontal derecha (F4-A1/A2) comparada con la derivación central izquierda (C3-A1/A2), mientras que la derivación central derecha (C4-A1/A2) fue significativamente mayor que la derivación frontal (F3-A1/A2) y central (C3-A1/A2) izquierdas. De manera similar a los efectos mencionados en la muestra anterior, la derivación frontal media (Fz-A1/A2) tuvo un efecto de amplitud por encima de las frontales bilaterales (F3-A1/A2 y F4-A1/A2), así como del central izquierdo (C3-A1/A2), por otro lado, la central media (Cz-A1/A2) fue mayor comparada con la frontal (F3-A1/A2) y central (C3-A1/A2) izquierda.

**Tabla 12**

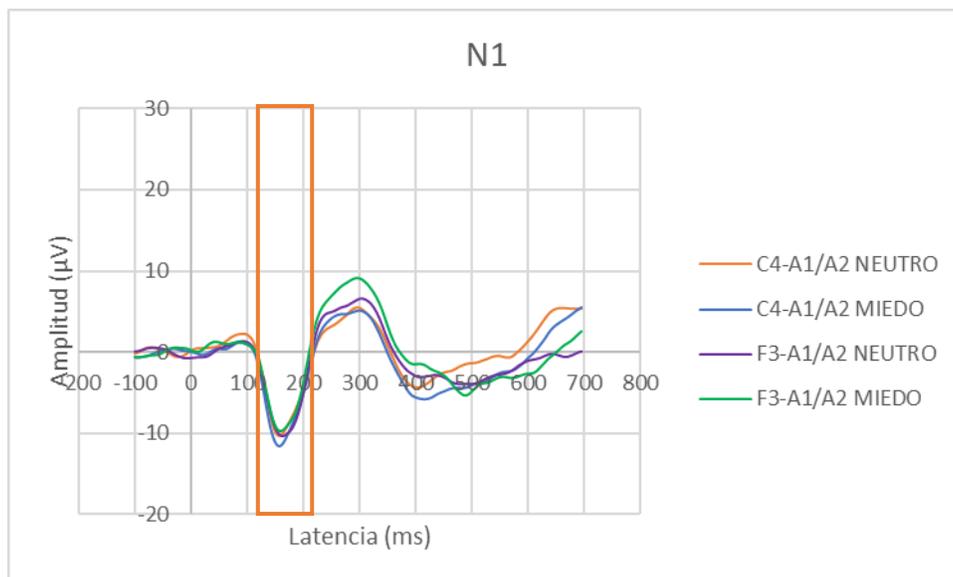
Resultados de las pruebas post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de la muestra reducida (n=16) para el componente N1

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. □
N1	F4-A1/A2	C3-A1/A2	12.878	5.374	0.03
	C4-A1/A2	F3-A1/A2	18.764	7.144	0.019
		C3-A1/A2	20.86	7.563	0.015
	Fz-A1/A2	F3-A1/A2	21.316	8.927	0.031
		F4-A1/A2	10.535	4.734	0.042
		C3-A1/A2	23.413	6.139	0.002
	Cz-A1/A2	F3-A1/A2	29.103	8.152	0.003
		C3-A1/A2	31.2	10.703	0.011

Las Figuras 9 y 10 presentan gráficas donde se muestran las diferencias de amplitud, presentes en la Tabla 12, entre las derivaciones C4-A1/A2 con F3-A1/A2 y C4-A1/A2 con C3-A1/A2, respectivamente, con respecto a «miedo» y «neutro», donde se puede observar, en ambas gráficas, una mayor amplitud en C4-A1/A2.

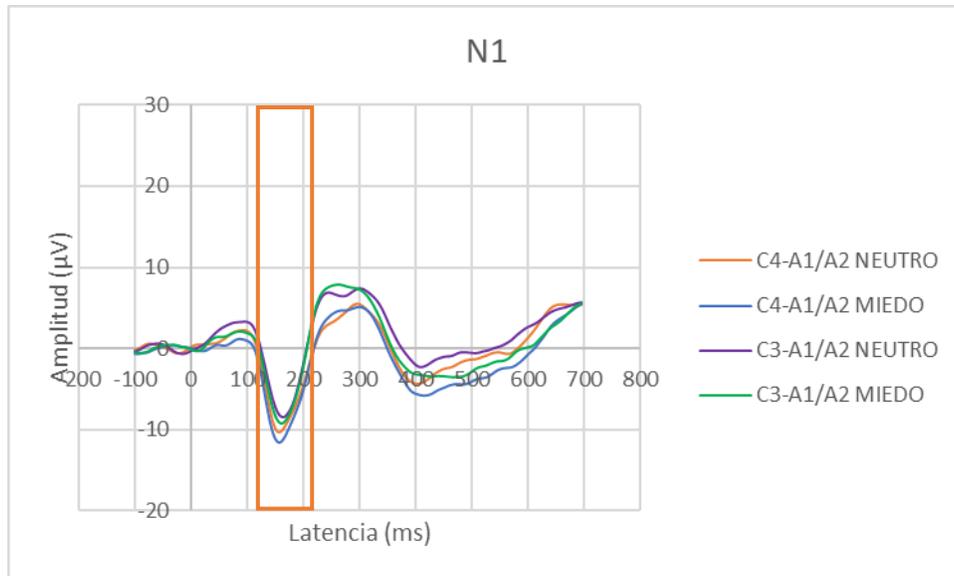
**Figura 9**

Gráfica del componente N1 donde aparecen C4-A1/A2 y F3-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra reducida (n=16)



**Figura 10**

Gráfica del componente N1 donde aparecen C4-A1/A2 y C3-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra reducida (n=16)



**P1**

En el caso del componente P1, de la muestra amplia (n=23), en la Tabla 13 se observa que la derivación occipital derecha (O2-A1/A2) presenta un efecto significativo de amplitud, para ambas condiciones, comparado con la derivación occipital izquierda (O1-A1/A2).

**Tabla 13**

Resultados de las pruebas post-hoc del análisis con respecto al factor «derivaciones» de la muestra amplia (n=23) para el componente P1

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
P1	O2-A1/A2	O1-A1/A2	15.772	5.311	0.007

La Tabla 14, presenta los resultados del análisis de P1 en la muestra reducida (n=16), donde se identifica un efecto similar al de la muestra amplia (n=23), con un resultado de amplitud significativo en la derivación occipital derecha (O2-A1/A2) por encima de la izquierda (O1-A1/A2).

**Tabla 14**

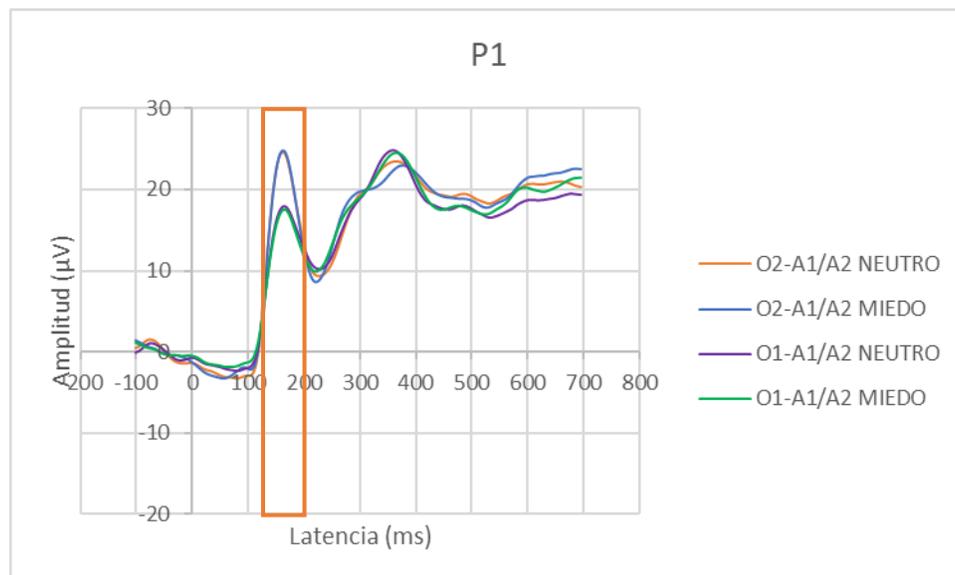
*Resultados de las pruebas post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de la muestra reducida (n=16) para el componente P1*

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
P1	O2-A1/A2	O1-A1/A2	17.332	7.348	0.032

La Figura 11 presenta una gráfica donde se muestra la diferencia de amplitud, mencionada en la Tabla 14, entre las derivaciones O2-A1/A2 y O1-A1/A2, donde la derivación O2-A1/A2 presenta mayor amplitud para los rostros temerosos y neutros.

**Figura 11**

*Gráfica del componente P1 donde aparecen O2-A1/A2 y O1-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra reducida (n=16)*



## N170

En la Tabla 15, se presentan los resultados significativos del componente N170 realizados en la muestra amplia (n=23), donde la derivación occipital derecha (O2-A1/A2) tuvo mayor amplitud comparada con la occipital izquierda (O1-A1/A2), la derivación parietal (P4-A1/A2) y temporal (T6-A1/A2) del hemisferio derecho para ambas condiciones.

**Tabla 15**

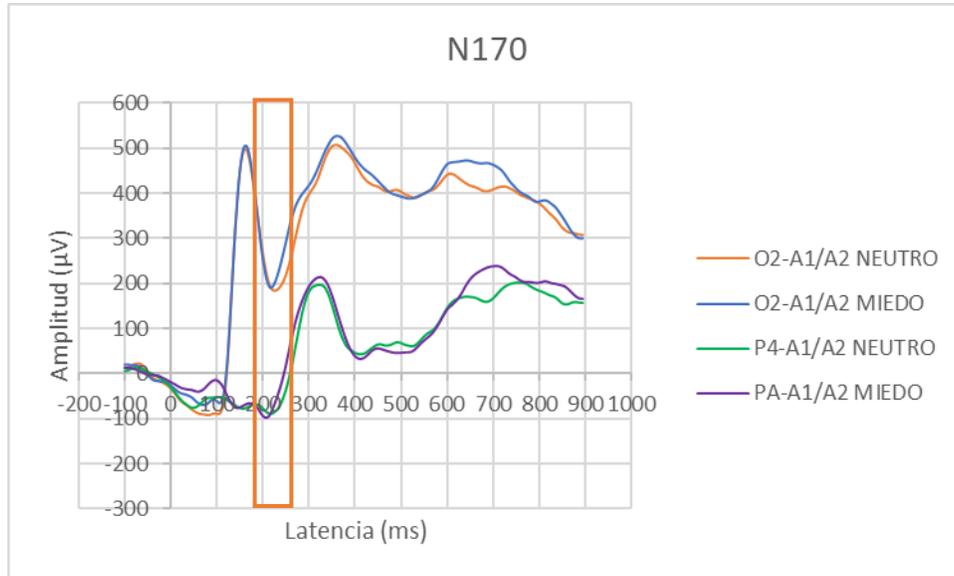
*Resultados de las pruebas post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de la muestra amplia (n=23) para el componente N170*

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. □
N170	O2-A1/A2	P4-A1/A2	20.027	5.51	0.001
		O1-A1/A2	12.767	5.36	0.026
		T6-A1/A2	15.142	5.552	0.012

Las Figuras 12, 13 y 14 presentan las gráficas de las diferencias de amplitud, mencionadas en la Tabla 15, con respecto a O2-A1/A2 con P4-A1/A2, O2-A1/A2 con O1-A1/A2 y O2-A1/A2 con T6-A1/A2, respectivamente, donde se puede observar que O2-A1/A2 es mayor que todos, con respecto a los rostros neutros y de miedo.

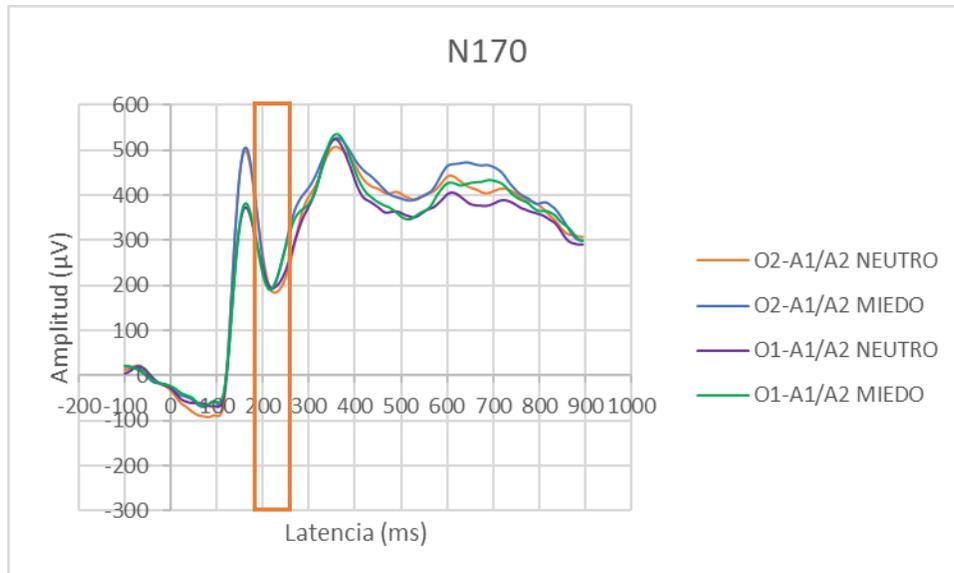
**Figura 12**

Gráfica del componente N170 donde aparecen O2-A1/A2 y P4-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra amplia (n=23)



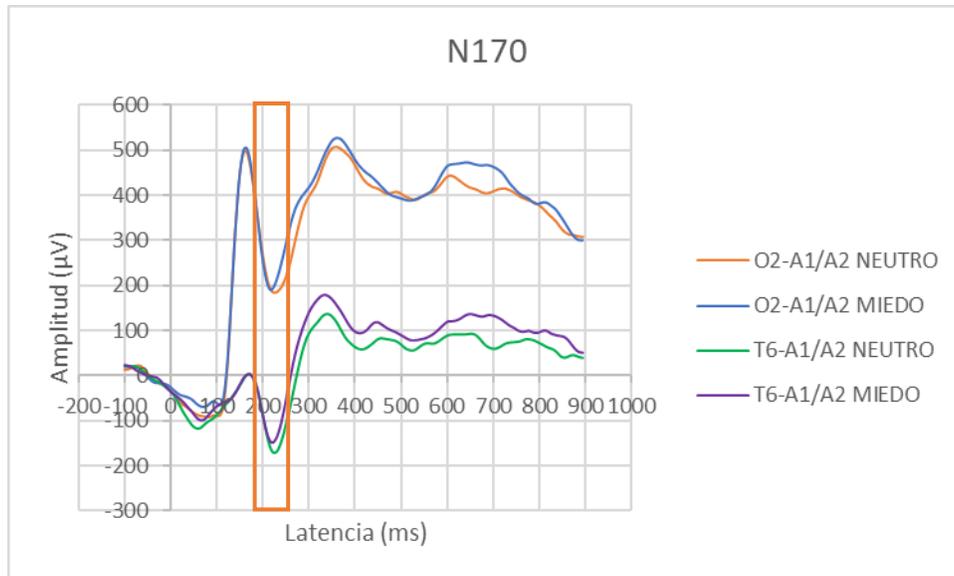
**Figura 13**

Gráfica del componente N170 donde aparecen O2-A1/A2 y O1-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra amplia (n=23)



**Figura 14**

Gráfica del componente N170 donde aparecen O2-A1/A2 y T6-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra amplia (n=23)



En cuanto a la muestra reducida (n=16), no se encontraron efectos significativos de amplitud para este componente.

Nc

Los resultados del componente Nc, de la muestra amplia (n=23), se presentan en la Tabla 16, donde la derivación central media (Cz-A1/A2) tuvo mayor amplitud comparado con la derivación central izquierda (C3-A1/A2) y derecha (C4-A1/A2) para rostros neutros y temerosos.

**Tabla 16**

Resultados de las pruebas post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de la muestra amplia (n=23) para el componente Nc

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. □
Nc	Cz-A1/A2	C3-A1/A2	21.247	8.062	0.015
		C4-A1/A2	10.425	4.643	0.035

Mientras que la Tabla 17, presenta los resultados de la muestra reducida (n=16), en este caso, la derivación central media (Cz-A1/A2) fue significativamente mayor solo para la derivación central izquierda (C3-A1/A2) y la derivación central derecha (C4-A1/A2) lo fue para el central izquierdo (C3-A1/A2) para ambas condiciones.

**Tabla 17**

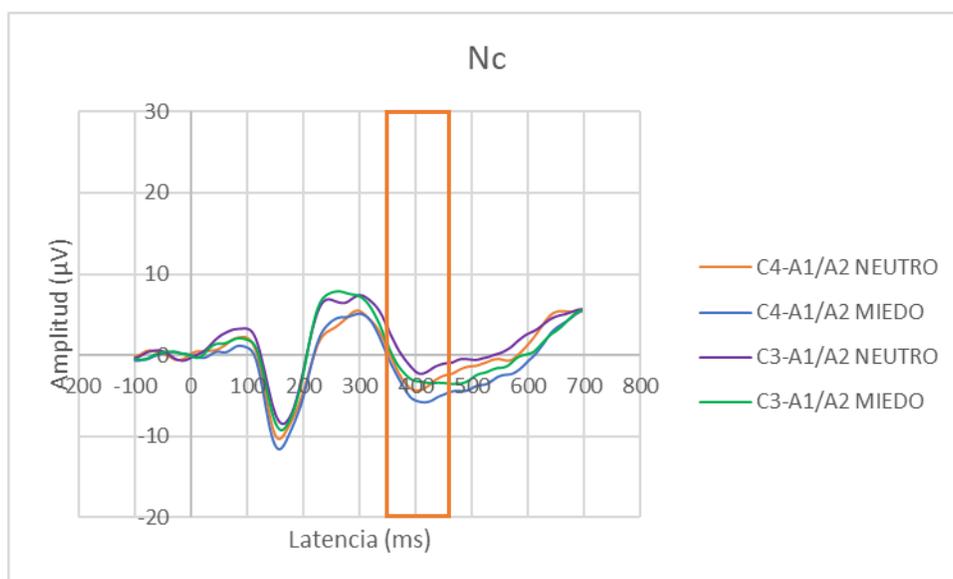
*Resultados de las pruebas post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de la muestra reducida (n=16)*

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. □
Nc	C4-A1/A2	C3-A1/A2	20.829	7.921	0.019
	CZ-A1/A2	C3-A1/A2	30.045	10.817	0.014

La Figura 15 presenta una gráfica donde se muestra la diferencia de amplitud, mencionada en la Tabla 17, entre las derivaciones C4-A1/A2 y C3-A1/A2 para ambas condiciones, donde se observa que la amplitud de C4-A1/A2 es mayor.

**Figura 15**

*Gráfica del componente Nc donde aparecen C4-A1/A2 y C3-A1/A2 de la condición «neutro» y «miedo» de la muestra reducida (n=16)*



## Resultados de las pruebas post-hoc del factor «sexo»

La Tabla 18 presenta los resultados de las pruebas post-hoc mediante comparaciones múltiples por pareja, de cada componente con respecto al factor «sexo» de la muestra amplia (n=23), donde se puede observar que, en todos, el sexo femenino presenta un efecto significativo de amplitud, para ambas condiciones, en comparación con el masculino.

**Tabla 18**

*Resultados de las pruebas post-hoc, con respecto al factor «sexo», de la muestra amplia(n=23) para los componentes N1, P1, N170 y Nc*

Componente	Sexo (I)	Sexo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
N1	Femenino	Masculino	59.11	18.288	0.004
P1	Femenino	Masculino	53.885	19.116	0.01
N170	Femenino	Masculino	53.754	17.821	0.007
Nc	Femenino	Masculino	54.107	18.549	0.008

En la Tabla 19 se presentan los resultados de las pruebas post-hoc obtenidos, para la muestra reducida (n=16), con respecto al factor «sexo», de cada componente. De manera similar que la primera muestra, se presenta un efecto significativo para el femenino comparado con el masculino.

**Tabla 19**

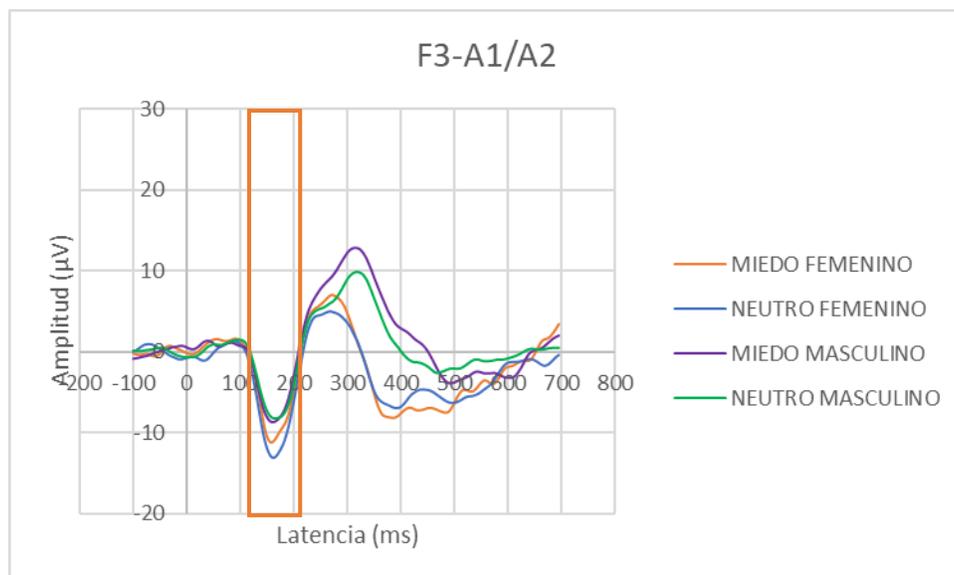
Resultados de las pruebas post-hoc, con respecto al factor «sexo», de la segunda muestra reducida (n=16) para los componentes N1, P1, N170 y Nc

Componente	Sexo (I)	Sexo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. □
N1	Femenino	Masculino	101.383	31.213	0.006
P1	Femenino	Masculino	93.559	35.788	0.02
N170	Femenino	Masculino	93.799	33.112	0.013
Nc	Femenino	Masculino	96.694	30.855	0.009

Las Figuras 16-21 presentan gráficas de la diferencia de amplitud de la muestra reducida (n=16), mencionadas en la Tabla 19, entre «sexo» con respecto a las condiciones, esto en las derivaciones F3-A1/A2, F4-A1/A2, C3-A1/A2, C4-A1/A2, Fz-A1/A2 y Cz-A1/A2 que conforman el componente N1, donde se observa que el sexo femenino presenta mayor amplitud.

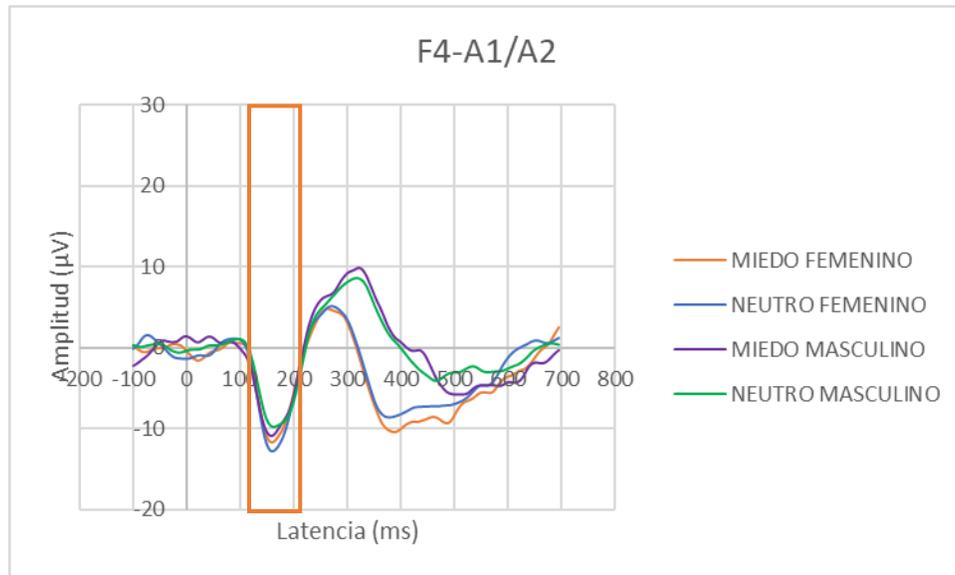
**Figura 16**

Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación F3-A1/A2 del componente N1



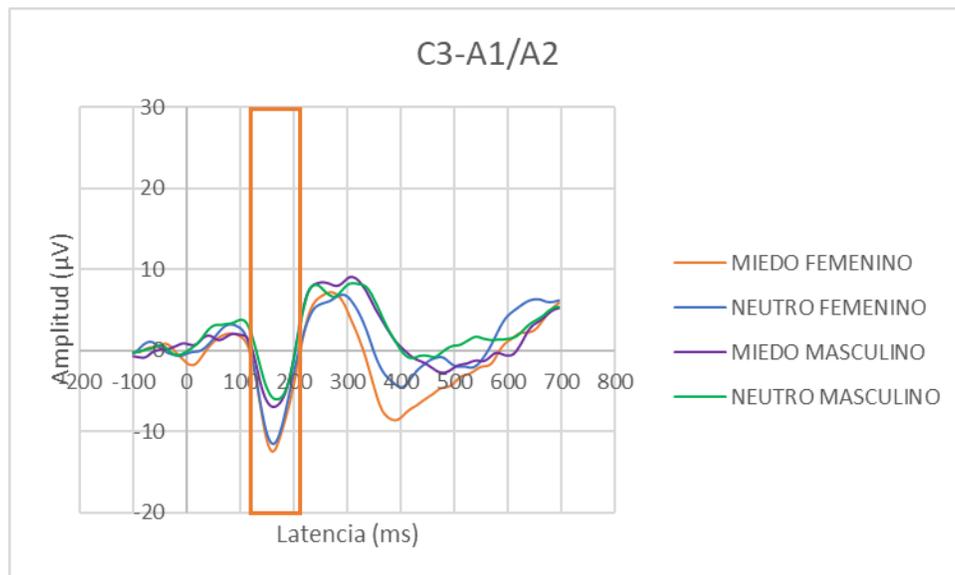
**Figura 17**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación F4-A1/A2 del componente N1*



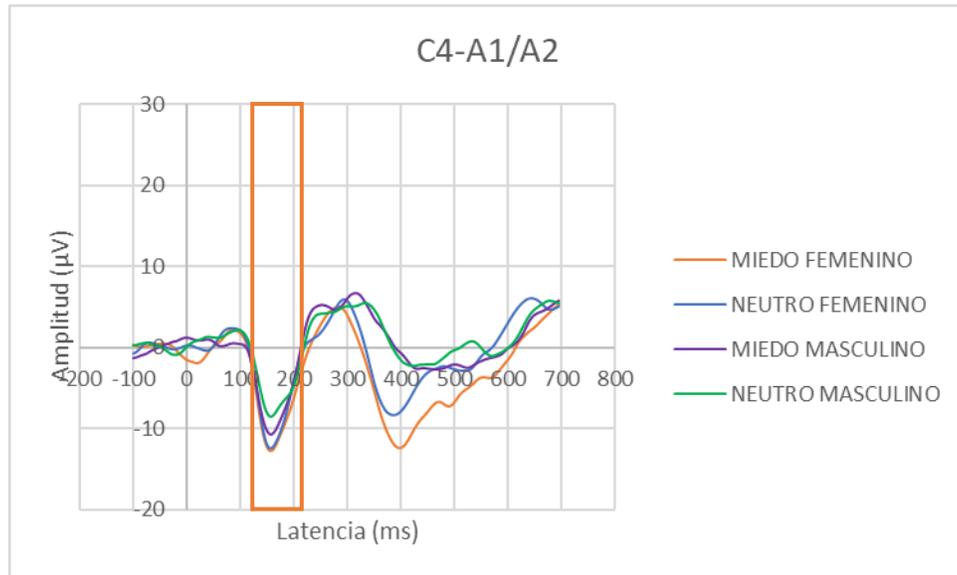
**Figura 18**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación C3-A1/A2 del componente N1*



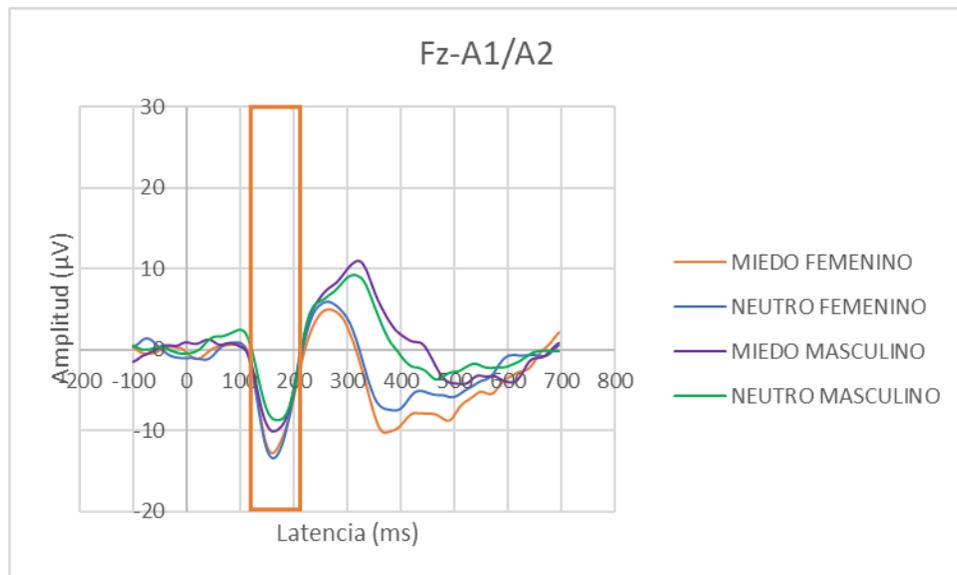
**Figura 19**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación C4-A1/A2 del componente N1*



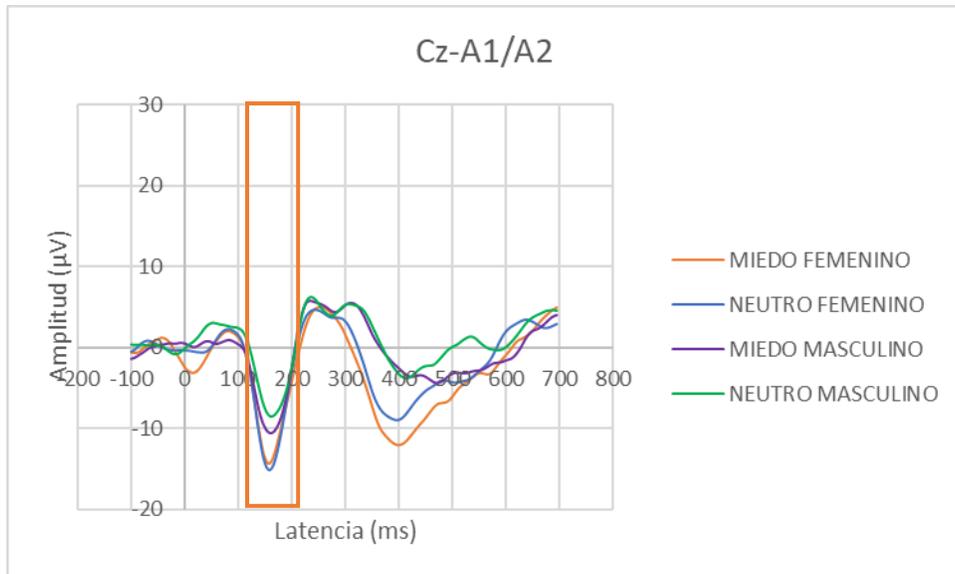
**Figura 20**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación Fz-A1/A2 del componente N1*



## Figura 21

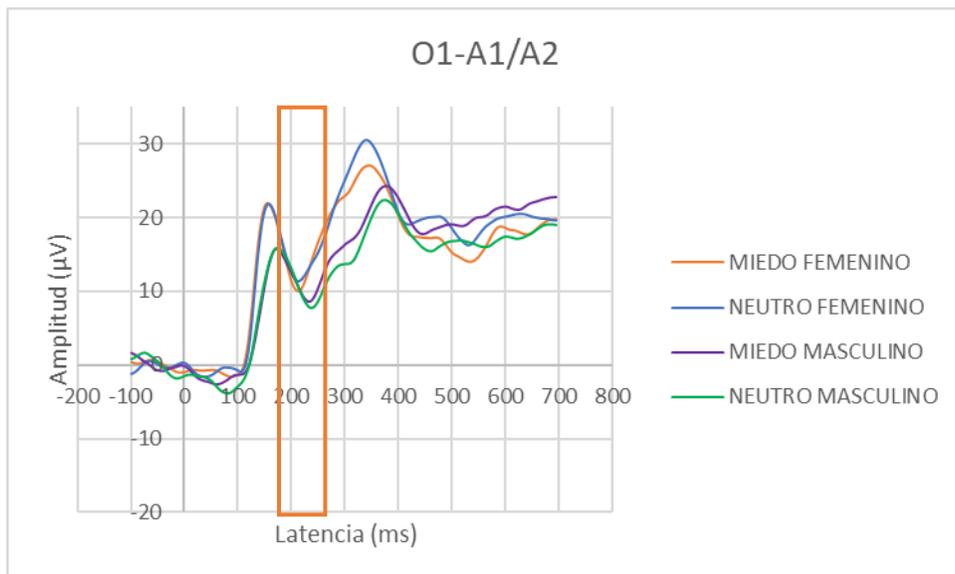
Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación Cz-A1/A2 del componente N1



Las Figuras 22 y 23 presentan gráficas de la diferencia de amplitud, mencionadas en la Tabla 19, entre «sexo» con respecto a las condiciones, esto en las derivaciones O1-A1/A2 y O2-A1/A2 que conforman el componente P1, donde se observa que el sexo femenino presenta mayor amplitud.

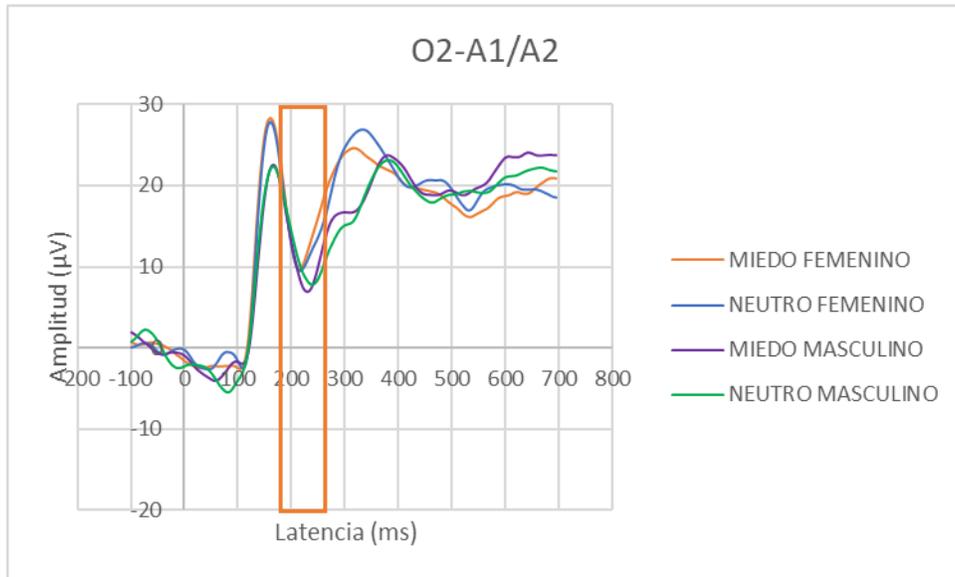
## Figura 22

Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación O1-A1/A2 del componente P1



### Figura 23

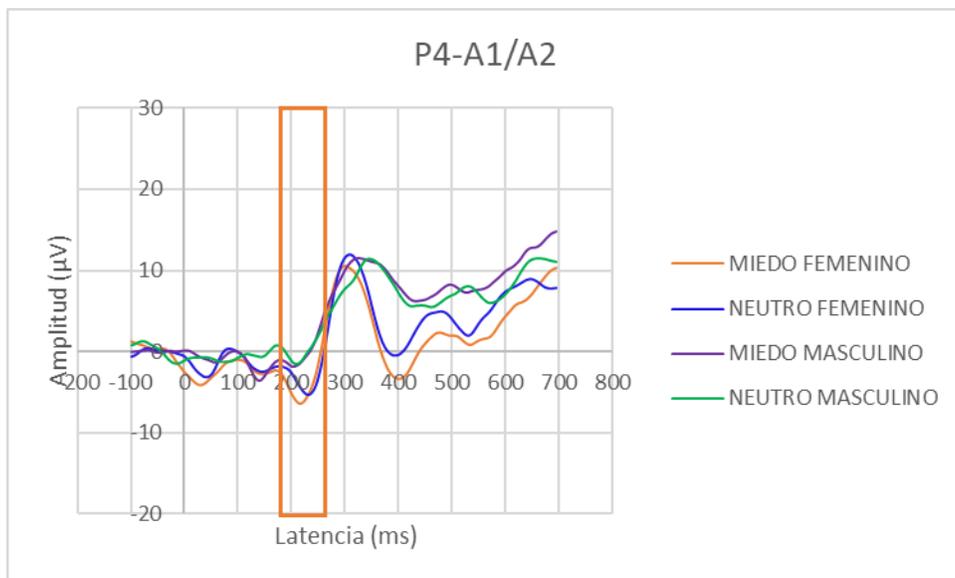
Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación O2-A1/A2 del componente P1



Las Figuras 24-27 presentan gráficas de la diferencia de amplitud, mencionadas en la Tabla 19, entre «sexo» con respecto a las condiciones, esto en las derivaciones P4-A1/A2, O1-A1/A2, O2-A1/A2 y T6-A1/A2 que conforman el componente N170, donde se observa al sexo femenino con mayor amplitud.

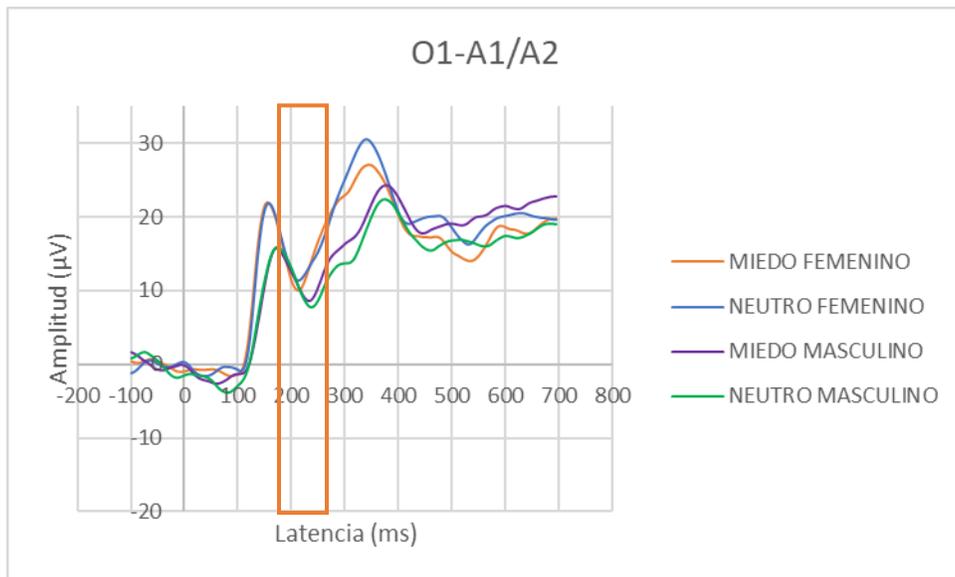
### Figura 24

Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación P4-A1/A2 del componente N170



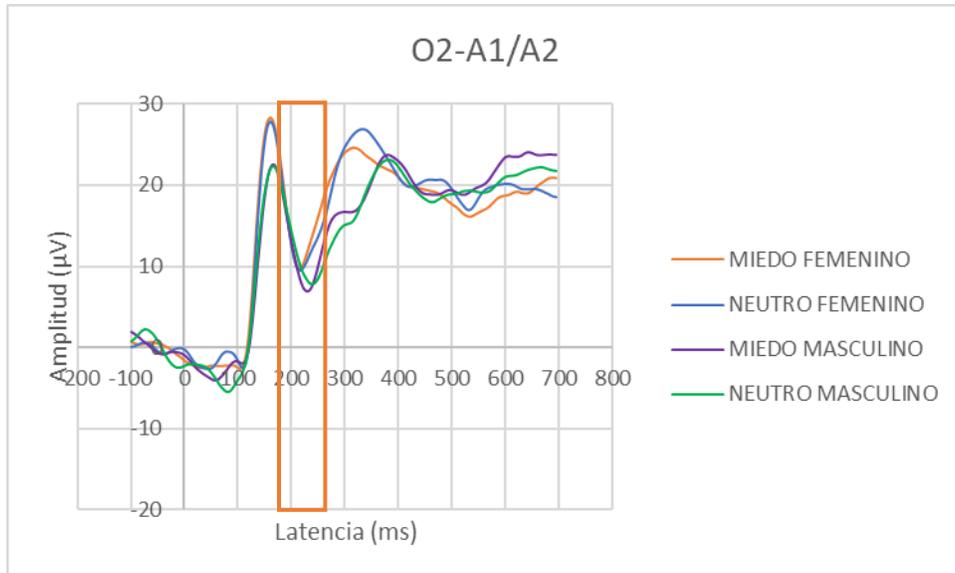
**Figura 25**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación O1-A1/A2 del componente N170*



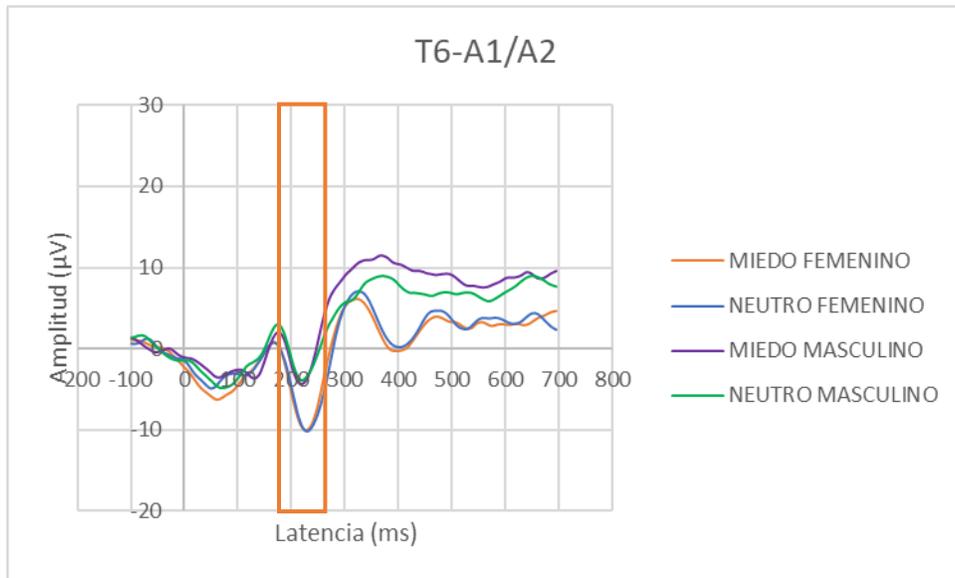
**Figura 26**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación O2-A1/A2 del componente N170*



**Figura 27**

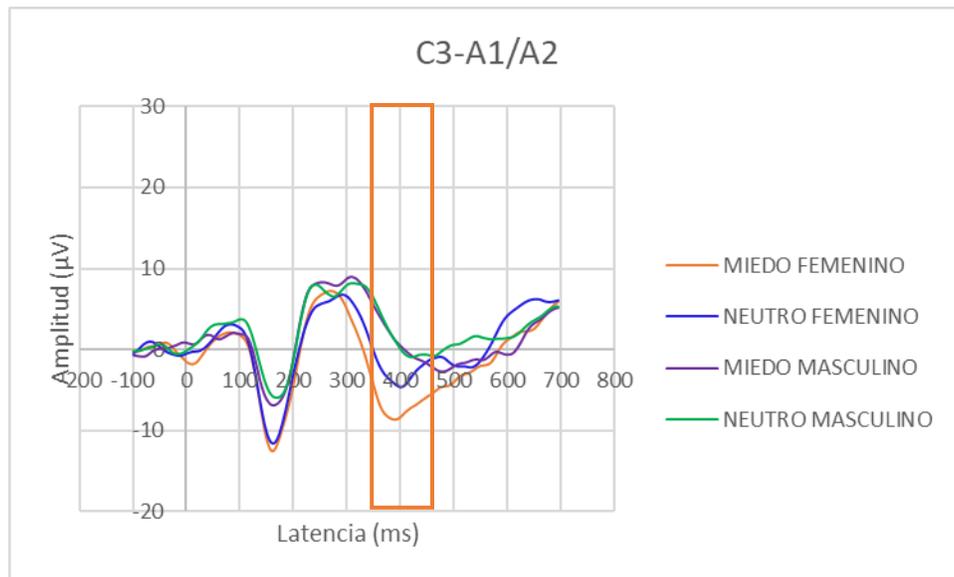
*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación T6-A1/A2 del componente N170*



Las figuras 28, 29 y 30 presentan gráficas de la diferencia de amplitud, mencionada en la Tabla 19, entre «sexo» con respecto a las condiciones, esto en las derivaciones C3-A1/A2, C4-A1/A2 y Cz que conforman el componente Nc, donde se observa que el sexo femenino presenta mayor amplitud.

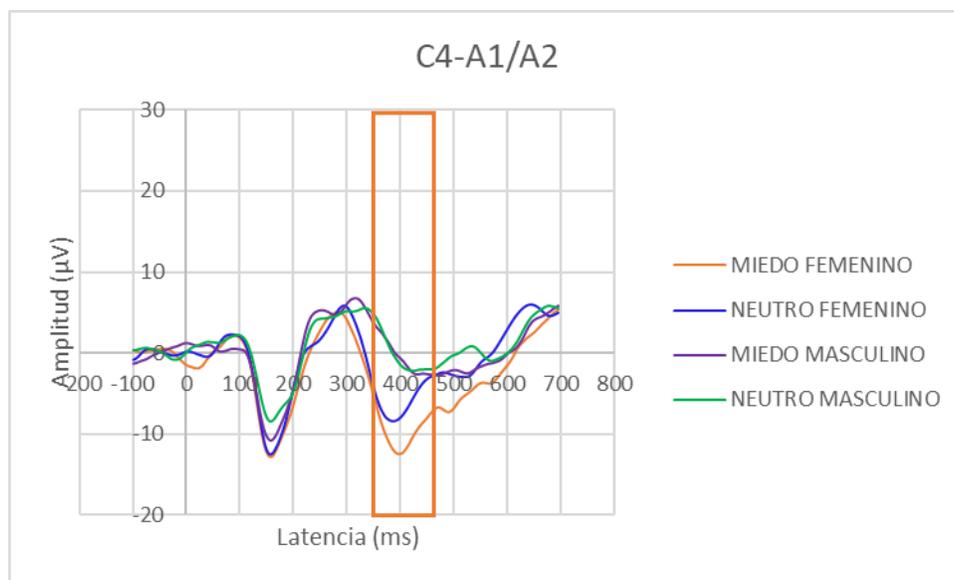
**Figura 28**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación C3-A1/A2 del componente Nc*



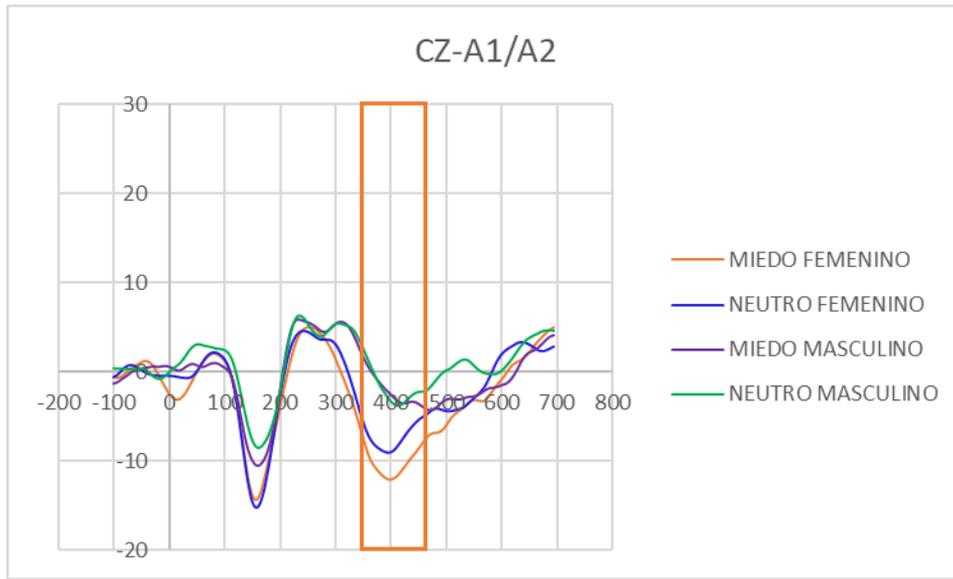
**Figura 29**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación C4-A1/A2 del componente NC.*



**Figura 30**

*Diferencia de amplitud entre «sexo» y «condición» en la derivación Cz del componente Nc*



Además, en la Tabla 20, se presentan los resultados de las pruebas post-hoc sobre una tendencia de interacción de «sexo» y «condición» ( $F= 4.185^b$   $gI= 1,14$   $p=0.060$ ) identificada en la segunda muestra ( $n=16$ ) en el componente P1. En este caso, el sexo femenino con respecto a la condición de miedo tiende a una mayor amplitud que el sexo masculino y la condición neutra. Para una revisión visual de esta tendencia revise las Figuras 17 y 18.

**Tabla 20**

*Resultados de las pruebas post-hoc de una tendencia de interacción de «sexo» y «condición» de la segunda muestra ( $n=16$ )*

Componente	Género	Condición (I)	Condición (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
P1	Femenino	Miedo	Neutro	3.568	1.953	0.089

Resultados de las pruebas post-hoc del factor «derivaciones» en una muestra del sexo femenino

A continuación, en la Tabla 21, se muestran los resultados del componente P1 de una muestra del sexo femenino ( $n=7$ ), donde la derivación occipital derecha (O2-A1/A2) presentó una diferencia significativa en la amplitud, para ambas condiciones, en comparación con la derivación occipital izquierda (O1-A1/A2). Los

resultados del componente N170 indican que, la derivación occipital (O2-A1/A2) y temporal (T6-A1/A2) del hemisferio derecho, presentaron una diferencia significativa en la amplitud, para ambas condiciones, en comparación con la derivación parietal derecha (P4-A1/A2).

**Tabla 21**

*Resultados de la prueba post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de una muestra del sexo femenino*

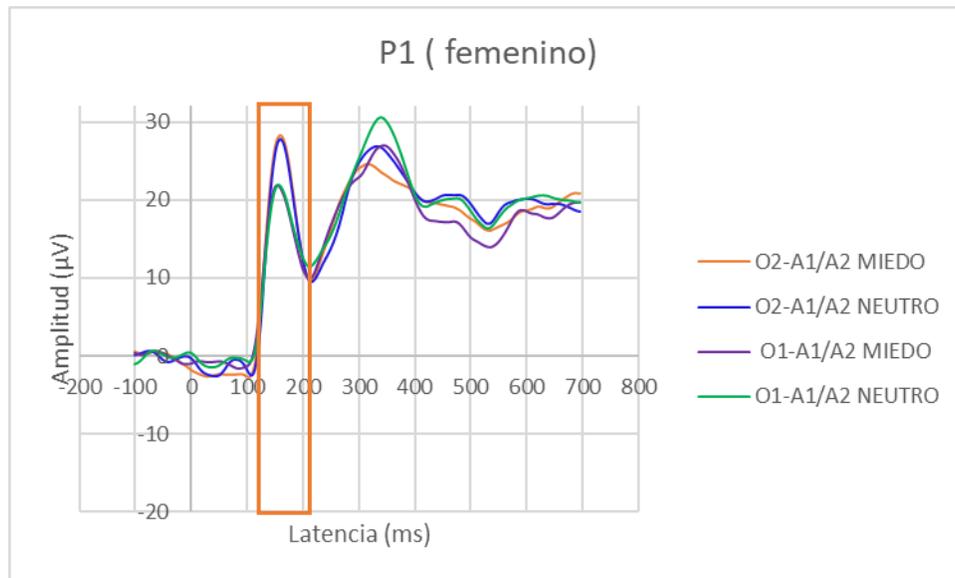
*(n=7)*

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
P1	O2-A1/A2	O1-A1/A2	24.144	9.527	0.044
N170	O2-A1/A2	P4-A1/A2	25.76	6.649	0.008
	T6-A1/A2	P4-A1/A2	9.304	1.677	0.001

La Figura 31 presenta la gráfica donde se observan las diferencias de amplitud, mencionadas en la Tabla 21, entre la derivación O1-A1/A2 y O2-A1/A2 del componente P1, donde se observa que O2-A1/A2 presenta mayor amplitud.

### Figura 31

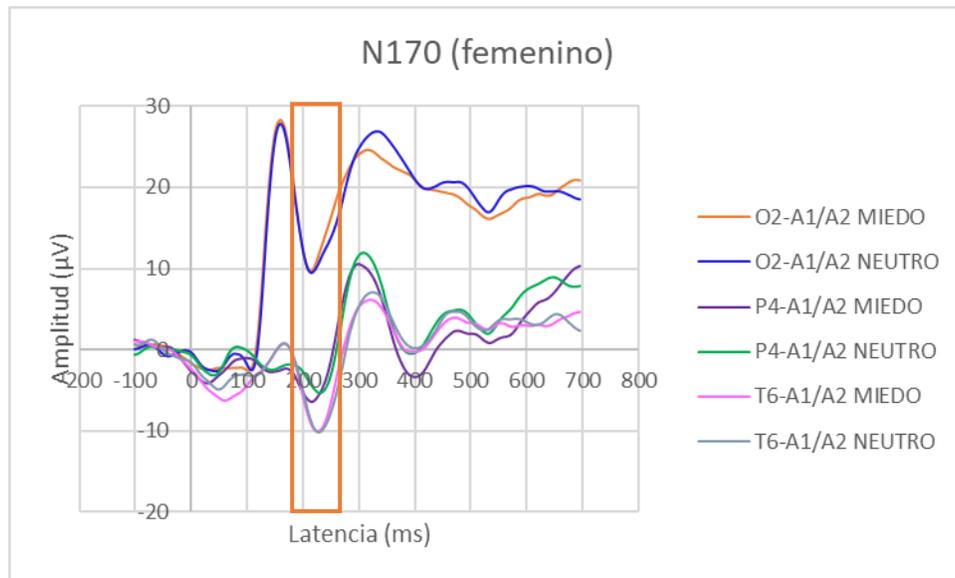
Diferencia de amplitud entre las derivaciones O1-A1/A2 y O2-A1/A2 que conforman P1 de una muestra del sexo femenino (n=7)



La Figura 32 presenta la gráfica donde se observan las diferencias de amplitud, mencionadas en la Tabla 21, entre la derivación P4-A1/A2, O2-A1/A2 y T6-A1/A2 correspondientes al N170, donde se puede observar que O2-A1/A2 y T6-A1/A2 presentan mayor amplitud.

### Figura 32

Diferencia de amplitud entre las derivaciones P4-A1/A2, O2-A1/A2 y T6-A1/A2 que conforman el N170 de una muestra del sexo femenino (n=7)



Resultados de las pruebas post-hoc del factor «derivaciones» en una muestra del sexo masculino

La Tabla 22, presenta los resultados del análisis de la muestra del sexo masculino (n=9), en este caso se registró un efecto en el componente N1, donde la derivación central derecha (C4-A1/A2) presentó mayor amplitud, para ambas condiciones, en comparación con la derivación frontal (F3-A1/A2) y central (C3-A1/A2) izquierdas, mientras que, la derivación frontal media (Fz-A1/A2) también presentó una amplitud mayor, para ambas condiciones, comparada con la central izquierda (C3-A1/A2) y por último, la central media (Cz-A1/A2) fue mayor contra la frontal (F3-A1/A2) y central (C3-A1/A2) izquierdas.

**Tabla 22**

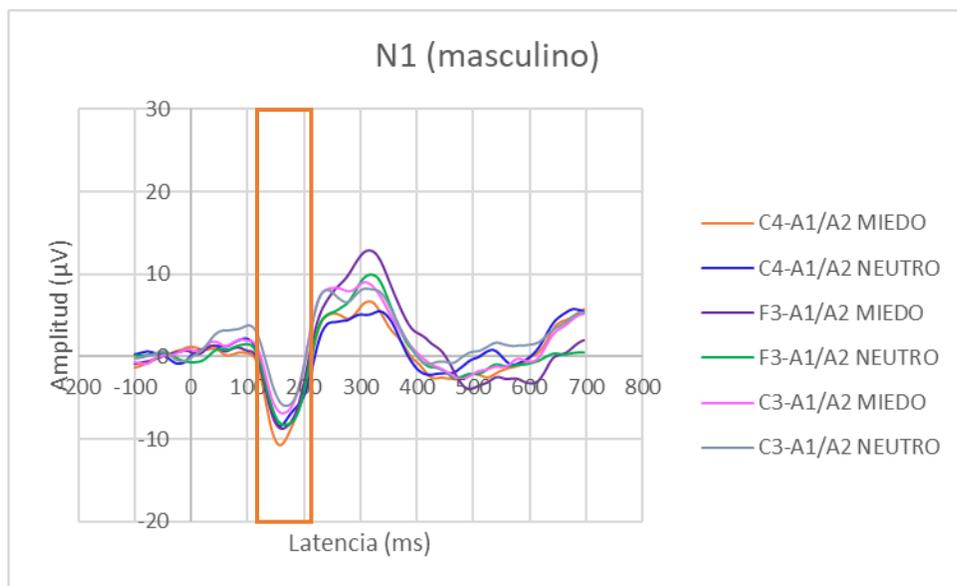
*Resultados de la prueba post-hoc con respecto al factor «derivaciones» de una muestra del sexo masculino (n=9)*

Componente	Derivaciones (I)	Derivaciones (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
N1	C4	F3	26.602	9.893	0.028
		C3	31.209	11.835	0.03
	Fz	C3	28.135	9.518	0.018
		Cz	F3	38.406	11.554
		C3	43.013	17.786	0.042

La Figura 33 presenta la gráfica donde se observan las diferencias de amplitud para ambas condiciones, mencionadas en la Tabla 22, entre la derivación C4-A1/A2, F3-A1/A2 y C3-A1/A2 del componente N1, donde se puede observar que la amplitud de C4-A1/A2 es mayor. Para fines de mejor apreciación se dividieron las gráficas de acuerdo con los resultados.

**Figura 33**

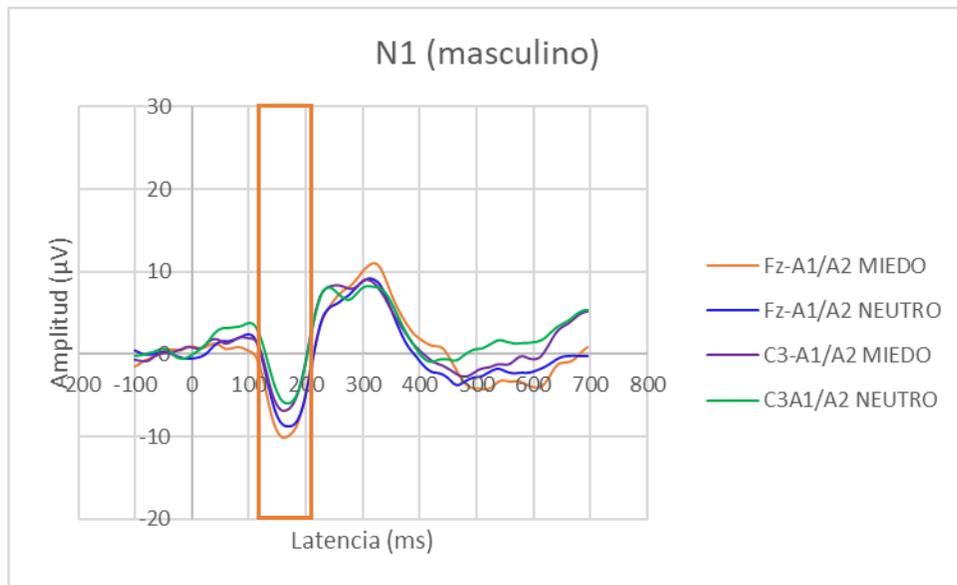
*Diferencia de amplitud entre las derivaciones C4-A1/A2, F3-A1/A2 y C3-A1/A2 que conforman el N1 de una muestra del sexo masculino (n=9)*



La Figura 34 presenta la gráfica donde se observan las diferencias de amplitud para ambas condiciones, mencionadas en la Tabla 22, entre la derivación Fz-A1/A2 y C3-A1/A2 del componente N1, en la cual se puede observar que la amplitud de Fz-A1/A2 es mayor.

### Figura 34

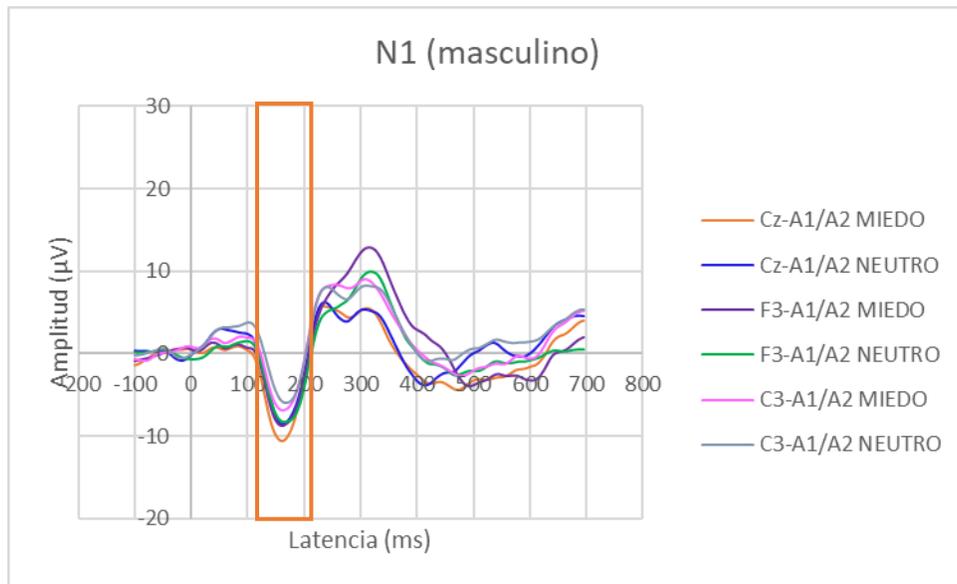
*Diferencia de amplitud entre las derivaciones Fz-A1/A2 y C3-A1/A2 que conforman el N1 de una muestra del sexo masculino*



La Figura 35 presenta la gráfica donde se observan las diferencias de amplitud para ambas condiciones, mencionadas en la Tabla 22, entre la derivación Cz-A1/A2, F3-A1/A2 y C3-A1/A2 del componente N1, en la cual se puede observar que la amplitud de Cz-A1/A2 es mayor.

## Figura 35

*Diferencia de amplitud entre las derivaciones Cz-A1/A2, F3-A1/A2 y C3-A1/A2 que conforman el N1 de una muestra del sexo masculino*



En resumen, la muestra amplia (n=23) no difirió en gran medida de la reducida (n=16), pues en ambas el sexo femenino presentó amplitudes más grandes comparadas con las del masculino, sin embargo, en ninguno se encontraron diferencias entre el procesamiento de rostros neutros y temerosos, solo en la muestra reducida se encontró una tendencia de interacción entre el sexo femenino con respecto a los rostros temerosos. Además, el sexo femenino presentó mayores amplitudes en los componentes P1 y N170, mientras que el masculino las tuvo en el N1. Cabe señalar que estas amplitudes se registraron en las derivaciones del hemisferio derecho en el caso de P1, así como de la línea media en el caso de N1, mientras que para el N170 destacaron la región occipital y temporal del hemisferio derecho.

## Discusión

El objetivo de esta investigación fue analizar la actividad eléctrica cerebral de niños y niñas, en edad escolar, durante una tarea emocional. Se obtuvieron dos resultados principales, uno de ellos es que no hay diferencias significativas de amplitud entre los PREs generados durante el procesamiento de rostros neutros comparado con los PREs del procesamiento de rostros temerosos. El segundo resultado es que se identificaron diferencias significativas de amplitud en el procesamiento de rostros neutros y temerosos, entre el sexo femenino y el masculino.

En cuanto a los resultados conductuales obtenidos, donde se tuvo mayor porcentaje de respuestas correctas para los rostros de miedo comparado con los neutros, se considera que los niños de 6 a 12 años pueden estar poco familiarizados con las expresiones neutras, ya que por lo general se aprende a identificar las más básicas, y, además, se pueden confundir con expresiones emocionales. Thomas et. al. (2001) encuentra un porcentaje similar en su estudio donde niños y niñas categorizan mejor a los rostros de miedo comparado con los neutros y lo interpretan como una falta de maduración por parte de la amígdala, mismo que se prolonga hasta la adolescencia tardía; por otro lado señalan que los rostros de miedo suelen distinguirse mejor debido a la importancia que tienen para alertar en situaciones de peligro, mientras que, los rostros neutros pueden considerarse ambiguos y novedosos en esas etapas por lo que suele haber confusión para diferenciarlas.

## Resultados de los PREs

Los componentes analizados en esta investigación son el N1, P1, N170 y Nc (revisar Tabla 1 para más detalles) de manera similar, el estudio de Dennis et al., (2009), analizó los mismos componentes, resaltando la relevancia del N1 y P1, asociados con la detección y rápido análisis de los rostros. Las coincidencias que presenta este antecedente con los resultados de este estudio señalan que el procesamiento de rostros emocionales en poblaciones en desarrollo es similar, a pesar de las cuestiones culturales y sociales, además de estar relacionados con los que se presentan en la literatura de adultos, por lo que se podría decir que es una característica propia de la filogenia de la especie humana (Pascalis et al., 2011).

Como objetivo específico se estableció conocer las diferencias entre los PREs generados en escolares que observan rostros neutros y temerosos, ya que estudios anteriores han encontrado diferencias en la amplitud y latencia con respecto a factores de edad, género, emoción y hemisferio (Batty & Taylor, 2006; Bigelow et al., 2022). A continuación, se discutirá cada resultado:

### *N1*

En este componente se obtuvieron diferencias con respecto a las derivaciones analizadas, donde se registraron mayores amplitudes en regiones frontales y centrales de la línea media (Fz-A1/A2 y Cz-A1/A2), comparado con las regiones frontales (F3-A1/A2 y F4-A1/A2) y centrales de ambos hemisferios (C3-A1/A2 y C4-A1/A2), lo anterior se puede deber a que una mayor amplitud implica un mayor número de neuronas respondiendo ante el estímulo que se está procesando y dadas las funciones de los lóbulos frontales consideramos que esta diferencia en la respuesta de los grupos neuronales puede ser ocasionada por el trabajo de atención y orientación que el participante requiere para llevar a cabo el procesamiento de los rostros emocionales que, en este caso, podría

estar involucrada la corteza cingulada anterior, la cual se ha encontrado ampliamente asociada con los procesos de atención voluntaria (Palermo & Rhodes, 2007).

De manera contraria, Dennis et al., (2009) identifican una interacción entre emoción y derivación que, en el caso de la presente investigación no fue posible identificar, lo que se puede deber a cuestiones instrumentales, ya que los registros de la autora y colegas se realizaron con un mayor número de derivaciones; otro aspecto que pudo influir son el tipo de expresiones, ya que además de temor y neutralidad, el paradigma de estimulación de Dennis incluyó rostros que expresaban tristeza, siendo esta emoción donde se presentó dicha interacción.

### *P1*

En este componente se encontraron efectos en cuanto a las derivaciones, siendo mayor su amplitud en la derivación occipital del hemisferio derecho (O2-A1/A2) comparado con la derivación occipital del hemisferio izquierdo (O1-A1/A2), donde es posible apreciar un efecto de lateralización cerebral del derecho, en cuanto al procesamiento de rostros emocionales. Esto se puede deber a la especialización que presenta este hemisferio para procesar aspectos no verbales y espaciales, ubicados en la corteza parietal dorsal posterior y en el giro cingulado, además de estar mayormente implicadas las estructuras subcorticales en el procesamiento de la información emocional (Palmero, 2003; Romeo Urrea, 2015).

También Batty & Taylor (2006), reportan un efecto de lateralización similar en su investigación, tomándolo como un reflejo del trabajo realizado por parte de la corteza visual. Por otro lado, a pesar de que encontraron interacciones con respecto a la emoción de los rostros, con la edad y con el género, sus pruebas post hoc no mostraron ningún efecto significativo. De manera contraria, esta investigación encontró una tendencia en la interacción de emoción y sexo, en el que el grupo femenino presentó una amplitud mayor que el masculino con respecto a los rostros temerosos. Esto sugiere que con una muestra mayor del grupo femenino se podrían encontrar efectos significativos en dicha interacción.

Además, se encontró que la amplitud del sexo femenino era significativamente mayor que el masculino, lo que se puede deber a un efecto cultural, que promueve en ellas un mejor desempeño en tareas emocionales. Batty & Taylor (2006) proponen que se puede deber también a cuestiones fisiológicas, ya que en estudios con adultos se han encontrado resultados similares, de igual forma que en su estudio, en este también se presentaron amplitudes más grandes por parte del sexo femenino en componentes muy tempranos.

A su vez, Dennis et al., (2009), relacionan una mayor amplitud de P1 ante rostros temerosos y tristes con una mejor regulación emocional, comparando las amplitudes ante estos rostros con los resultados obtenidos en las tareas de atención presentadas en su paradigma de estimulación y con los reportes obtenidos por parte de sus

madres donde evaluaban el nivel de desregulación emocional, lo que podría sugerir que las participantes de esta investigación presentan un mejor control y manejo de sí mismas en situaciones emocionales diversas.

### *N170*

En este componente se encontraron amplitudes más grandes en la derivación occipital derecha (O2-A1/A2) y la derivación temporal derecha (T6-A1/A2) por encima de la parietal derecha (P4-A1/A2) y occipital izquierda (O1-A1/A2), esto se puede deber a lo ya mencionado anteriormente, sobre que el hemisferio derecho se especializa en procesar imágenes estáticas, rostros, lenguaje no verbal y aspectos en cuanto a dimensiones espaciales, además de considerar que la corteza visual se encuentra en el lóbulo occipital (Adolphs, 2002b).

Dennis et al., (2009) no encontraron efectos de la expresión emocional sobre la amplitud de este componente, sin embargo, Batty & Taylor (2006) encontraron diferencias de amplitud, solo en el grupo de edad más grande (14 a 15 años), es decir, en un grupo de edad mayor que el de la presente investigación. Esto se puede considerar como una razón por la que no se encontraron efectos significativos.

Bigelow et al., (2022) sugiere que la amplitud de N170 puede ser mayor en edades tempranas y disminuir durante la infancia tardía para aumentar en la adolescencia, y el resultado de estos cambios puede ser la especificidad para analizar el contenido facial, ya que, durante la etapa escolar, se han encontrado efectos principalmente en P1, que sería el reflejo de un procesamiento atencional, automático y rápido, mientras que, la especialización para procesar los rostros y sus emociones de manera más detallada se consigue hasta la adolescencia, donde ya se asemeja más con la actividad encontrada en estudios con adultos. De manera congruente con lo anterior, Dawson et al., (2004b) presenta efectos de amplitud y de latencia en el componente N300, con respecto a rostros temerosos comparado con rostros neutros en niños de 3 a 4 años, cabe mencionar que este componente podría ser el precursor del N170 y las diferencias encontradas podrían relacionarse con la activación que generan los rostros temerosos en esa edad comparado con los neutros.

### *Nc*

Este componente fue significativamente mayor en la derivación central de la línea media (Cz-A1/A2) comparado con la central izquierda (C3-A1/A2) y derecha (C4-A1/A2), lo que se puede interpretar como el trabajo del giro cingulado anterior en un análisis más detallado de la configuración del rostro emocional para posteriormente enviar la información hacia la corteza prefrontal para establecer y ejecutar una respuesta ante el estímulo (Palmero, 2003).

Dennis et al., (2009) obtuvieron un efecto similar, lo que interpretan como un reflejo cognitivo de procesos de control y atención selectivos involucrados en el procesamiento de rostros emocionales, es decir, que se utilizan recursos a determinados estímulos por encima de otros, esto es que, los rostros son estímulos que, por

naturaleza, llaman más la atención que otros objetos, debido al lenguaje no verbal que proporcionan las expresiones faciales en la interacción social y que, a su vez, permiten complementar el procesamiento del lenguaje verbal (Hunnius & Geuze, 2004; Pascalis et al., 2011). Dennis y colaboradores relacionan una mayor amplitud de este componente hacia los rostros temerosos con un mejor rendimiento de la atención ejecutiva, es decir que, en una situación de riesgo, tendrán mayor disposición para ignorar información irrelevante y concentrarse en la de utilidad.

## Limitaciones de la investigación

Se sugiere realizar más investigaciones que comparen una muestra más grande de ambos géneros y en edades más tempranas con la finalidad de observar efectos significativos de amplitud con respecto a los rostros temerosos. A su vez se sugiere realizar ejercicios de práctica con los y las participantes antes del registro formal, esto con el objetivo de que se comprendan las instrucciones y se eviten interrupciones posteriormente. También sería bueno aumentar la cantidad de rostros, tanto neutros como temerosos, para que, a pesar de descartar ventanas con actividad extra cerebral, aún se cuenten con suficientes para realizar los grandes promedios, además, de ser posible se podrían presentar modelos de rostros diferentes para así evitar algún efecto de habituación. Por otro lado, se podría reducir el tiempo de respuesta, ya que se identificó que los y las participantes respondían de manera rápida a la pregunta después de varias repeticiones.

## Conclusiones

1. Los PREs asociados al procesamiento de rostros emocionales están presentes en infantes en edad escolar.
2. No existen diferencias entre los PREs, de escolares, cuando procesan rostros neutros y rostros temerosos.
3. Los PREs de las niñas presentan amplitudes mayores que los PREs de los niños, mientras observan rostros temerosos y neutros.
4. La amplitud de los PREs de niños y niñas, en edad escolar, que observan rostros temerosos y neutros, es mayor en el hemisferio derecho comparado con el izquierdo.

## Bibliografía

- Adolphs, R. (2002a). Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *1*(1), 21–62.  
<https://doi.org/10.1177/1534582302001001003>
- Adolphs, R. (2002b). Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *1*(1), 21–61.
- Alfaro Ferreres, E., Vazquez Orellana, N., Pérez García, I., & Real Martínez, S. (2016). Percepción y reconocimiento facial : bases teóricas de las ruedas de reconocimiento. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, *18*, 5–11.
- Barret, L. (2018). Introducción. Un supuesto de dos mil años de antigüedad. In *La vida secreta del cerebro* (Vol. 1, Issue 1, p. 8).  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001>
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, *17*(3), 613–620. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(03\)00174-5](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(03)00174-5)
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2006). The development of emotional face processing during childhood. *Developmental Science*, *9*(2), 207–220. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00480.x>
- Belmonte Martínez, C. (2007). Emociones y cerebro. *Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *101*(1), 59–68. <https://rac.es/ficheros/doc/00472.pdf>
- Bigelow, F. J., Clark, G. M., Lum, J. A. G., & Enticott, P. G. (2021). The development of neural responses to emotional faces: A review of evidence from event-related potentials during early and middle childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *51*(November 2020), 100992.  
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.100992>
- Bigelow, F. J., Clark, G. M., Lum, J. A. G., & Enticott, P. G. (2022). Facial emotion processing and language during early-to-middle childhood development: An event related potential study. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *53*(September 2021), 101052. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.101052>
- Broche, Y.; Rodríguez, M.; Omar, E. (2014). Memoria de rostros y reconocimiento emocional : generalidades teóricas , bases neurales y patologías asociadas Face memory and emotional recognition : Theory , neural substrates and related pathologies. *Actualidades En Psicología*, *28*(116), 27–40.
- Calder, A. J., Keane, J., Young, A. W., & Dean, M. (2000). Configural information in facial expression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *26*(2), 527–551.

- Chóliz, M. (1995). La expresión de las emociones en la obra de Darwin. In *Prácticas de Historia de la Psicología*. <http://www.uv.es/choliz/ExpresionEmocionesDarwin.pdf>
- Chronaki, G. (2016). Event-related potentials and emotion processing in child psychopathology. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00564>
- Dawson, G., Webb, S. J., Carver, L., Panagiotides, H., & McPartland, J. (2004a). Young children with autism show atypical brain responses to fearful versus neutral facial expressions of emotion. *Developmental Science*, 7(3), 340–359. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2004.00352.x>
- Dawson, G., Webb, S. J., Carver, L., Panagiotides, H., & McPartland, J. (2004b). Young children with autism show atypical brain responses to fearful versus neutral facial expressions of emotion. *Developmental Science*, 7(3), 340–359. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2004.00352.x>
- Dennis, T. A., Malone, M. M., & Chen, C. C. (2009). Emotional face processing and emotion regulation in children: An ERP study. *Developmental Neuropsychology*, 34(1), 85–102. <https://doi.org/10.1080/87565640802564887>. Emotional
- Durand, K., Gallay, M., Seigneuric, A., Robichon, F., & Baudouin, J. Y. (2007). The development of facial emotion recognition: The role of configural information. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97(1), 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.12.001>
- Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. *Emotion Review*, 3(4), 364–370. <https://doi.org/10.1177/1754073911410740>
- Estrada, L. (2018). *Motivación y emoción*. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3541>
- Gallay, M., Durand, K., Baudouin, J. Y., Lemoine, C., & Lécuyer, R. (2006). Qualitative differences in the exploration of upright and upside-down faces in four-month-old infants: An eye-movement study. *Child Development*, 77(4), 984–996. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00914.x>
- Gauthier, I., & Tarr, M. J. (1997). Becoming a “Greeble” expert: Exploring mechanisms for face recognition. *Vision Research*, 37(12), 1673–1682. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(96\)00286-6](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(96)00286-6)
- Gómez, P. C. (2018). *Electrofisiología neuronal: Ritmos cerebrales y epilepsia* (Issue January).
- Grima Murcia, M. D. (2017). *Dinámica de la actividad cerebral asociada al procesamiento complejo de imágenes emocionales*. [http://193.147.134.18/bitstream/11000/5079/1/Tesis Grima Murcia.pdf](http://193.147.134.18/bitstream/11000/5079/1/Tesis%20Grima%20Murcia.pdf)
- Hunnus, S., & Geuze, R. H. (2004). Developmental changes in visual scanning of dynamic faces and abstract stimuli in infants: A longitudinal study. *Infancy*, 6(2), 231–255. [https://doi.org/10.1207/s15327078in0602\\_5](https://doi.org/10.1207/s15327078in0602_5)
- Kanazawa, S. (1996). Recognition of facial expressions in a Japanese monkey (*Macaca fuscata*) and humans (*Homo sapiens*). *Primates*, 37(1), 25–38. <https://doi.org/10.1007/BF02382917>
- Leppänen, J. M., Richmond, J., Vogel-Farley, V. K., Moulson, M. C., & Nelson, C. A. (2009). Categorical

- representation of facial expressions in the infant brain. *Infancy*, 14(3), 346–362.  
<https://doi.org/10.1080/15250000902839393>.Categorical
- Linares, V. R., Piqueras Rodríguez, J. A., Martínez González, A. E., & Guadalupe, L. A. O. (2009). Emoción y cognición: Implicaciones para el tratamiento. *Terapia Psicológica*, 27(2), 227–237.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-48082009000200008>
- López Morales, H., Agulla, L., Zabaletta, V., Vivas, L., & López, M. (2017). Rostros, gestos y emociones: procesamiento diferencial de las expresiones faciales emocionales en población infanto-juvenil según el sexo. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento*, 9(3), 31–43.  
<https://doi.org/10.32348/1852.4206.v9.n3.18521>
- Núñez-Peña, M. I., Corral, M. J., & Escera, C. (2004). Potenciales evocados cerebrales en el contexto de la investigación psicológica: una actualización. *Anuario de Psicología*, 35(1), 3–21.
- Ostrosky, F., & Vélez, A. (2013). Neurobiología de las emociones. *Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 13(1), 1–13. [http://feggylab.mex.tl/imagesnew/7/0/4/8/6/neurobiologia de las emociones.pdf](http://feggylab.mex.tl/imagesnew/7/0/4/8/6/neurobiologia%20de%20las%20emociones.pdf)
- Palacios, L. (2002). Breve historia de la electroencefalografía. *Acta Neurológica Colombiana*, 2(2), 104–107.
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45(1), 75–92. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.025>
- Palmero, F. (2003). La emoción desde el modelo biológico. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 6(13), 82. <http://reme.uji.es/articulos/avillj3022401105/texto.html>
- Parr, L. A., & Heintz, M. (2009). Facial expression recognition in rhesus monkeys, *Macaca mulatta*. *Animal Behaviour*, 77(6), 1507–1513. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.02.024>
- Parr, L. A., Hopkins, W. D., & de Waal, F. B. M. (1998). The Perception of Facial Expressions By Chimpanzees, Pan Troglodytes . *Evolution of Communication*, 2(1), 1–23.  
<https://doi.org/10.1075/eoc.2.1.02par>
- Parr, L. A., & Waller, B. M. (2006). Understanding chimpanzee facial expression: insights into the evolution of communication. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(3), 221–228.  
<https://doi.org/10.1093/scan/nsi031>
- Pascalis, O., De Martin de Viviés, X., Anzures, G., Quinn, P. C., Slater, A. M., Tanaka, J. W., & Lee, K. (2011). Development of face processing. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2(6), 666–675. <https://doi.org/10.1002/wcs.146>
- Piqueras, A., Ramos, V., Martínez, A., & Oblitas, L. (2009). Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física. *Suma Psicológica*, 16(2), 85–112.  
<http://publicaciones.konradlorenz.edu.co/index.php/sumapsi/article/view/136>
- Romeo Urrea, H. (2015). El Dominio de los Hemisferios Cerebrales. *Ciencia Unemi*, 3(4), 8–15.

<https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol3iss4.2010pp8-15p>

- Saavedra, S., Díaz, W., Zuñiga, F., Navia, A., & Zamora, O. (2015). Correlación funcional del sistema límbico con la emoción, el aprendizaje y la memoria. *Morfología*, 7(2), 29–44.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/52874>
- Sun, L., Ren, J., & He, W. (2017). Neural correlates of facial expression processing during a detection task: An ERP study. *PLoS ONE*, 12(3), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174016>
- Thomas, K. M., Drevets, W. C., Whalen, P. J., Eccard, C. H., Dahl, R. E., Ryan, N. D., & Casey, B. J. (2001). Amygdala response to facial expressions in children and adults. *Biological Psychiatry*, 49(4), 309–316.  
[https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(00\)01066-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(00)01066-0)
- Thomas, L. A., De Bellis, M. D., Graham, R., & LaBar, K. S. (2007). Development of emotional facial recognition in late childhood and adolescence: REPORT. *Developmental Science*, 10(5), 547–558.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00614.x>
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624–631.  
<https://doi.org/10.1038/nn1057>
- Zhu, Q., Nelissen, K., Van den Stock, J., De Winter, F. L., Pauwels, K., de Gelder, B., Vanduffel, W., & Vandenbulcke, M. (2013). Dissimilar processing of emotional facial expressions in human and monkey temporal cortex. *NueroImage*, 66, 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.10.083>.Dissimilar

ANEXO 1.

**Invitación y Descripción del Procedimiento de la Investigación**

Estimado padre o tutor,

La presente es una invitación a formar parte de la investigación de la cual es responsable la Doctora en Psicología Cintli Carolina Carbajal Valenzuela. La participación consta de 4 pasos que describiremos con detalle a continuación. Si usted o la/el participante tienen alguna duda respecto de cualquiera de los procedimientos, el equipo de trabajo contestará sus preguntas.

**Paso 1.** Pediremos a usted que llene un formato con información sobre la niña o niño participante en el que pediremos datos demográficos generales como edad, escolaridad, número de hermanos, etc. Una vez que usted termine de contestar este documento asignaremos a la/el participante un código, de forma que ninguna otra persona podrá tener acceso a datos que permitan identificarlo o identificarla. Simultáneamente pediremos a la/el participante que llene un cuestionario el cual pregunta sobre los eventos estresantes que haya vivido hasta ahora, como cambios de ciudad, separación de los padres, etc. El único documento que llevará su nombre y el de el/la participante será el consentimiento informado, que será cuidadosamente protegido por la Investigadora Responsable.

**Paso 2.** Tomaremos una **muestra** de algunos mililitros de saliva de la boca del participante con el objetivo de analizar posteriormente los niveles de dos sustancias: cortisol y alfa amilasa contenidos en la misma. Este procedimiento es completamente **indoloro** y se realizará con elementos de **un solo uso**, por lo que no implica ningún tipo de contacto con tejidos o fluidos de otros niños o personas.

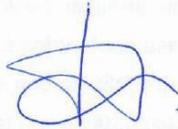
**Paso 3.** Limpiaremos con un gel la cabeza del participante con el fin de colocar una gorra con 19 electrodos que nos permitirá **registrar la actividad eléctrica cerebral**, así como un electrodo detrás de cada oreja, en la mano y en la región izquierda de la parte alta del pecho, con el objetivo de registrar la respuesta simpática de la piel y el electrocardiograma respectivamente. La o el participante se sentará en una silla frente a una computadora y observará

**rostros** que expresan miedo y rostros que no expresan emoción alguna. Enseguida observará un segmento de máximo 10 minutos de una **película infantil de miedo** que cumpla con los siguientes requisitos: haber sido clasificada por la Dirección de Radio, Televisión y Cinematografía (RTC) en el sistema de clasificación por edades como A o AA y ser de dibujos animados o stop motion.

**Paso 4.** Tomaremos una segunda muestra de **saliva** de la boca del participante con el mismo objetivo que la primera muestra y le pediremos que califique la intensidad de la emoción que le generó el segmento de película que acaba de ver.

El procedimiento que usted acaba de leer, nos llevará alrededor de 80 minutos de una única sesión. Los datos que obtendremos durante estos 4 pasos tienen como único fin realizar la investigación mencionada y no podrán ser usados con otros fines. Por lo que no podremos ofrecerle un diagnóstico o reporte. Para nosotros es muy importante hacerle saber que usted o el/la participante pueden decidir no formar parte de esta investigación en cualquier momento sin que eso implique alguna consecuencia de ningún tipo.

Atentamente



Dra. Cintli Carolina Carbajal Valenzuela

Profesor de Tiempo Completo

Facultad de Psicología

UAQ



## CONSENTIMIENTO INFORMADO



Yo, \_\_\_\_\_, que he leído la Invitación y Descripción del Procedimiento de la Investigación y en mi calidad de padre / madre o tutor, doy mi consentimiento para que \_\_\_\_\_ participe en la misma.

Entiendo que:

- El procedimiento no implica un riesgo a la salud física ni mental de mi hijo(a) o tutorado(a)
- Los datos de identidad serán protegidos y nadie con excepción del equipo de investigación podrá tener acceso a ellos, así como que la información obtenida por los procedimientos que conforman el estudio solo pueden ser usados con fines de investigación
- No obtendremos ningún beneficio personal ni remuneración por nuestra participación
- Puedo pedir información sobre la investigación y decidir retirar la participación de mi hija(o) o tutorada(o) en cualquier momento sin que esto implique alguna consecuencia de ningún tipo

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Código del participante: \_\_\_\_\_

Nombre del Padre, Madre o tutor: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del Padre, Madre o tutor

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del Testigo:

Fecha y Lugar: Santiago de Querétaro, Querétaro; \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_



Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses

Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Grado escolar: \_\_\_\_\_ Tipo de escuela: \_\_\_\_\_

*Instrucción: Por favor, responda las siguientes preguntas acerca del desarrollo general del participante, le agradecemos profundizar en los elementos en los que ha notado problemas, alteraciones o situaciones poco comunes.*

1. Durante el **embarazo** ¿Presentó algún problema o hubo algo fuera de lo normal?

---

---

2. Durante el **parto** ¿Hubo algún problema o hubo algo fuera de lo normal?

---

---

3. ¿Considera que el **desarrollo motor** de su hija(o) ha sido normal? (Sostener la cabeza, sentarse, gatear, caminar, correr, brincar)

---

---

4. ¿Considera que el **desarrollo de la autonomía** en actividades cotidianas de su hijo(a) ha sido normal? (Control de esfínteres, Comer por sí solo, Vestirse por sí solo, Dormir solo)

---

---

5. ¿Considera que el desarrollo del **lenguaje** de su hija(o) ha sido normal? (intención comunicativa, primeras palabras, formación de enunciados, adquisición de lectura y escritura)

---

---

6. ¿Considera que el **desarrollo emocional** de su hijo(a) ha sido normal? (identificación y expresión de emociones, berrinches, empatía, regulación emocional)

---

---



7. ¿Considera que el **desarrollo social** de su hija(o) ha sido normal? (apego y separación de los padres, establecimiento de relaciones con pares, seguimiento de normas sociales)

---

---

8. ¿Considera que el **desempeño académico** de su hijo(a) ha sido normal? (calificaciones, asistencia a la escuela, reportes por conducta, participación en el aula)

---

---

Su hija(o)

¿Ha sido hospitalizado o intervenido quirúrgicamente? \_\_\_\_\_

¿Ha sufrido alguna enfermedad crónica? \_\_\_\_\_

¿Ha experimentado o presenciado un evento traumático? \_\_\_\_\_

¡Muchas gracias por su ayuda!