



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

**“ANÁLISIS MEDIANTE POTENCIALES RELACIONADOS A
EVENTOS DEL RECONOCIMIENTO DE EXPRESIONES
CORPORALES DE ENOJO”**

TESIS

para obtener el título de

LICENCIADA EN PSICOLOGIA

presenta

LIZBETH GRANADOS DOMINGUEZ

Director:

DR. ÁNGEL DANIEL SANTANA VARGAS

Revisora:

DRA. MAURA JAZMÍN RAMÍREZ FLORES

Sinodales:

DR. FRUCTUOSO AYALA GUERRERO

DR. JAIRO IGNACIO MUÑOZ DELGADO

LIC. ASUCENA LOZANO GUTIÉRREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, DF.
2015





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres y mi hermano,
faros de luz que siempre han guiado mi camino.*

*A mi tío Jorge,
gracias por tu confianza en mí.*

*A Armando Bastida,
mi amado cronopio.*

*A Diego Manjarrez y Alejandra Samudio,
hermanos y compañeros de vida.*

Agradecimientos

Agradezco el apoyo del Dr. Daniel Santana, director y guía de este proyecto.

A la Dra. Julie Grezes y a su equipo de trabajo en el Ecole Normale Superieure por su colaboración al brindarnos los estímulos para nuestra investigación.

A la Clínica de Trastornos del Sueño de la UNAM.

A los participantes que amablemente accedieron a asistir al estudio.

A la Dra. Ramírez, el Dr. Ayala, el Dr. Muñoz y la Lic. Lozano por sus contribuciones y por el tiempo que dedicaron a la revisión de esta tesis.

A los profesores que ayudaron a mi formación como ser humano y como profesional.

ÍNDICE

RESUMEN | 1

INTRODUCCIÓN | 2

CAPÍTULO 1. RECONOCIMIENTO EMOCIONAL EN INDIVIDUOS SANOS

1.1. La función biológica y social de las emociones | 4

1.2. Señales no verbales en el reconocimiento emocional | 6

CAPITULO 2. ABORDAJE DE LAS EXPRESIONES EMOCIONALES MEDIANTE POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS

2.1. Los Potenciales Relacionados a Eventos en el estudio de las emociones | 10

2.2. Hallazgos en el estudio de las Expresiones Faciales Emocionales | 12

2.3. Hallazgos en el estudio de las Expresiones Corporales Emocionales | 14

CAPÍTULO 3. EXPRESIONES CORPORALES DE ENOJO

3.1. Definición de las Expresiones Corporales Emocionales | 16

3.2. La función biológica y social de las expresiones corporales de enojo | 15

3.3. Correlato neuroanatómico de las expresiones corporales de enojo | 16

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA | 19

CAPÍTULO 5. RESULTADOS | 27

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN | 38

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES | 43

REFERENCIAS | 46

RESUMEN

La investigación en neurociencias sobre la percepción de señales emocionales se ha centrado casi exclusivamente en el estudio de las expresiones faciales, poco se ha explorado en el terreno de las expresiones corporales y hasta ahora el escaso conocimiento sobre las expresiones corporales de enojo se limita al estudio de los correlatos estructurales funcionales, desconociéndose la dinámica temporal. Debido a que el enojo requiere del movimiento de los miembros superiores e inferiores del cuerpo para su expresión, esta emoción resulta idónea para explorar la percepción del lenguaje corporal emocional. **Objetivos y metodología:** Explorar la dinámica temporal asociada a la observación de estímulos visuales que reflejan expresiones corporales neutras y de enojo con distintas orientaciones en adultos sanos empleando la técnica de potenciales relacionados a eventos. **Resultados:** La latencia en el componente P1 permitió distinguir el procesamiento de estímulos con contenido emocional. No se observan diferencias estadísticamente significativas en los componentes N170 y N2pc. **Conclusiones:** La orientación del cuerpo no se relaciona con el efecto de autorrelevancia ni con diferencias en procesamiento visuoespacial de las expresiones corporales de enojo. El componente P1 y N170 en expresiones corporales se comportan de forma similar a los reportados en expresiones faciales emocionales, lo que apoya la similitud entre ambos tipos de procesamiento en cuanto a su dinámica temporal. Detectar el componente N2pc sugiere el papel de la atención selectiva hacia el movimiento en el procesamiento de emociones.

Palabras clave: Enojo, Lenguaje corporal, Electrofisiología, P1, N170, N2pc, Estudio exploratorio.

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento emocional es indispensable en todas las etapas de la vida ya que posibilita la adecuada comunicación social dentro de los grupos en los que nos desarrollamos, regulando el comportamiento interindividual y proporcionando acciones observables indicativas de ciertos estados mentales (Kappas, 2002). El reconocimiento de las emociones se realiza a través de la decodificación de señales no verbales provenientes de distintas modalidades como el rostro, la postura corporal y la prosodia (Hadjikhani & de Gelder, 2003).

Pese a su relevancia, las expresiones corporales emocionales constituyen una modalidad poco estudiada que apenas comienza a tener relevancia en la neurociencia afectiva, un campo dominado por el estudio de las expresiones faciales. Dentro de la variedad de emociones existentes, el enojo demanda mayor información contextual y ajustes conductuales adicionales en comparación con otras emociones requiriendo del movimiento de los miembros superiores e inferiores del cuerpo para su expresión, por lo que resulta idóneo para explorar la percepción del lenguaje corporal emocional (Pichon, de Gelder & Grèzes, 2009).

Las expresiones corporales de enojo constituyen una vía directa de amenaza física (Kret & de Gelder, 2013), denotando un ataque físico potencial o simbólico (Adler, Rosen & Silverstein, 1998; Carver & Harmon, 2009). De forma relevante, la dirección del cuerpo y la mirada es un factor clave que permite determinar si se es el blanco de la amenaza y se debe ejecutar una acción en respuesta o bien si sólo se es un observador, a esto se le conoce como autorelevancia de la emoción (Grèzes et al, 2013).

El abordaje del lenguaje corporal emocional en individuos sanos se ha realizado primordialmente a través de estudios conductuales (Troisi, 1999; Van den Stock, Righart & de Gelder, 2007; McHugh et al, 2010; Visch, Goudbeek & Mortillaro, 2014) y de neuroimagen funcional, particularmente empleando la Resonancia

Magnética funcional (RMf) (de Gelder et al, 2004; Pichon & de Gelder, 2007; Pichon, de Gelder & Grèzes, 2009; Sinke et al, 2010; Grèzes, Grèzes et al, 2013). Dejándose a un lado el correlato temporal, campo sobre el que se tiene escasa información y que constituye el objeto de estudio de la presente investigación.

El presente estudio tiene como finalidad explorar las características electrofisiológicas relacionadas a la observación del lenguaje corporal empleando imágenes neutras y de enojo en adultos sanos a través del uso de los potenciales relacionados a eventos; de manera particular se pretende explorar si la dirección hacia la que se orienta el cuerpo y los niveles de la emoción se asocian a componentes electrofisiológicos específicos. Se plantea que bajo el diseño experimental empleado será posible identificar el componente P1 y el N170, esta hipótesis se basa en los hallazgos reportados por los estudios disponibles que han abordado el lenguaje corporal neutro y de emociones negativas mediante los potenciales relacionados a eventos (Gliga & Dehaene, 2005; Meeren et al, 2005; van Heijnsbergen et al, 2007).

Puesto que las señales necesarias para el reconocimiento emocional no requieren ser notadas conscientemente para ser procesadas, explorar los componentes perceptuales y su correlato temporal mediante los potenciales relacionados a eventos podría contribuir a un mejor entendimiento de la cronometría del procesamiento emocional ante expresiones corporales de enojo, así como proporcionar marcadores electrofisiológicos que podrían ser de utilidad como indicadores en el estudio de la capacidad del reconocimiento emocional con futura aplicación en poblaciones clínicas que presenten dificultades para categorizar de forma verbal y consciente las emociones. Finalmente esta investigación pretende aportar datos electrofisiológicos que apoyen la similitud en la percepción de las expresiones faciales y las corporales.

CAPÍTULO 1

RECONOCIMIENTO EMOCIONAL EN INDIVIDUOS SANOS

1.1. La función biológica y social de las emociones

Las emociones son sistemas biológicos adaptativos de múltiples componentes cuya arquitectura funcional se ha desarrollado a través de la filogenia por medio de un proceso de selección natural, abarcan desde un esquema conductual innato de supervivencia hasta patrones sociales más complejos y aprendidos (Gainotti, 2012). Charles Darwin fue uno de los primeros autores que enfatizó la esencia evolutiva de las expresiones emocionales en las especies, proponiendo la existencia de mecanismos cerebrales que median la emoción y permiten un amplio repertorio de conductas para su expresión (Darwin, 1872). Los sistemas neurobiológicos que participan en las emociones se constituyen por circuitos genéticamente codificados afinados por la experiencia que se sitúan principalmente en áreas subcorticales y coordinan las respuestas conductuales, fisiológicas y psicológicas necesarias para la supervivencia (Panksepp, 2001).

Las emociones se ajustan a múltiples parámetros de respuesta y a distintas valencias, por lo que es posible diferenciar subtipos de emociones derivadas de una emoción precursora, de manera que se puede proponer que del enojo derivan emociones como la indignación, la molestia y el desprecio, esta flexibilidad permite modular la expresión de la emoción con base en la evaluación que realiza el observador acerca del significado de los estímulos o eventos (Nesse & Ellsworth, 2009). Una de las características más consistentes en las teorías de las emociones es la valencia, a partir de la cual, las emociones pueden describirse como positivas o de aproximación o bien negativas o de evitación (Ekman, 1992; Ekman & Davidson, 1994).

Aunado a su función biológica, las emociones tienen una función social (Fischer & Manstead, 2008). Regulan el comportamiento interindividual proporcionando

acciones observables indicativas de ciertos estados mentales, además permiten predecir las probables acciones que ejecutarán los individuos, lo cual potencializa las probabilidades de supervivencia preparándonos para responder ante posibles contingencias que pueden resultar aversivas o críticas (Kappas, 2002). De acuerdo a Ekman (1992), la principal función de la emoción es movilizar al individuo para lidiar con encuentros interpersonales. Las emociones son un medio elemental para definir y negociar en las relaciones sociales, constituyendo incentivos o disuasivos que regulan las interacciones dentro de los grupos (Keltner & Haidt, 1999).

Debido a que la especie humana es altamente sociable, la habilidad para comprender e interpretar las emociones, intenciones y acciones de los demás es de suma relevancia. Los seres humanos son expertos en realizar juicios sociales precisos a partir de estímulos como cambios sutiles en la expresión facial y de la breve observación de interacciones interpersonales mediante expresiones corporales (Adolphs, 2003). A través de las emociones es posible inferir el estado mental de los demás y adoptar conductas acordes (Lemeirse & Arsenio, 2000).

La habilidad para percibir, reconocer y responder a la información emocional expresada por otros individuos en un ambiente altamente complejo y cambiante permite el desarrollo de la cognición social, entendida como la capacidad de construir representaciones de las relaciones interindividuales y emplearlas de manera flexible para guiar la conducta social (Adolphs, 2001).

Dentro de las funciones sociales de las emociones se distingue la función de afiliación y de distanciamiento, la primera permite mantener relaciones de cooperación y confianza entre los miembros del grupo, mientras que la segunda ayuda a establecer una posición social respecto al grupo así como aumentar la distancia hacia los otros como en el caso del enojo, el desprecio, el desagrado y el miedo (Fischer & Manstead, 2008).

La intrínseca relación entre la emoción y la conducta social se evidencia en la convergencia de muchas de las estructuras cerebrales involucradas en ambos procesos, estas incluyen a las cortezas sensoriales de alto orden, la cuales

permiten una representación perceptual del estímulo y sus características constituyentes; a la amígdala, el estriado y la corteza orbitofrontal, las cuales median la asociación entre la representación perceptual con la respuesta emocional, el procesamiento cognitivo y la motivación conductual; y a la corteza prefrontal, la corteza parietal y el cíngulo anterior y posterior, que permiten la construcción de un modelo interno del contexto social que incluye la representación de otras personas, las relaciones sociales así como el valor de las propias acciones en el contexto de un grupo social (Adolphs, 2003).

1.2. Señales no verbales en el reconocimiento emocional

El reconocimiento de las emociones se realiza a través de la decodificación de señales no verbales provenientes del rostro, la postura corporal y la prosodia (Hadjikhani & de Gelder, 2003). Decodificar la información no verbal es una habilidad vital para animales gregarios como los seres humanos y contribuye a una interacción social exitosa (Gu, Mai & Luo, 2013).

Hasta recientes décadas la investigación en el reconocimiento emocional se había centrado casi exclusivamente en el estudio de las expresiones faciales, dejando en un segundo plano el estudio de la prosodia y las expresiones corporales. Dicha tendencia en el estudio de las emociones comienza a desvanecerse y cada vez más grupos de investigadores dirigen sus esfuerzos hacia la comprensión del papel de la prosodia y las expresiones corporales en la expresión y el reconocimiento emocional.

Expresiones faciales emocionales

Paul Ekman es considerado un pionero en el estudio de las emociones a través de las expresiones faciales, mediante sus investigaciones identificó la existencia de ciertos patrones musculares en el rostro asociados a emociones específicas, los cuales son innatos, involuntarios e independientes de la cultura (Ekman, Sorenson & Friesen, 1969; Ekman & Friesen, 1971; Ekman et al, 1987; Ekman & Heider, 1988; Ekman & Cordaro, 2011). Apoyado por los estudios de Izard (1992, 1994) propuso un conjunto de emociones asociadas a la expresión facial a las que denominó “básicas”

por ser estados diferenciados y discretos que presentan características únicas y específicas que pueden ser identificadas universalmente a las cuales corresponde un sustrato neural determinado así como una respuesta conductual y fisiológica particular, son de corta duración, rápido inicio y se presentan en otros primates; dichas emociones son el enojo, el asco, el miedo, la alegría, la tristeza y la sorpresa (Ekman, 1989; Ekman, 1992, 1999). A ese conjunto se pueden sumar el desprecio (Ekman & Friesen, 1986), la vergüenza y el orgullo (Tracy & Robins, 2008).

A diferencia de las emociones básicas originales, el desprecio, la vergüenza y el orgullo requieren no solo de las expresiones faciales sino de cambios en la postura corporal y en los movimientos de la cabeza, lo cual apoya la idea de que la comunicación social no se restringe al rostro (Tracy, Randles & Steckler, 2015) sino que en ocasiones las señales provistas por el cuerpo predominan en el reconocimiento de emociones específicas.

Prosodia y expresiones vocales no verbales

Los mensajes vocales contienen dos distintos canales, uno explícito conocido como el canal lingüístico y otro implícito denominado paralingüístico (Sbattella et al, 2014). A través del canal paralingüístico se puede comunicar el estado emocional mediante la producción de expresiones vocales no verbales como la prosodia o entonación y distintas vocalizaciones como la risa, los gruñidos y los gritos (Banse & Scherer, 1996; Tracy, Randles & Steckler, 2015). La duración y amplitud del tono en las expresiones vocales no verbales son elementos esenciales para transmitir e identificar las distintas emociones, por ejemplo, el enojo y la alegría constan de duraciones cortas con alta intensidad mientras que la tristeza consta de una duración larga de baja intensidad (Scherer, 1996).

La información emocional que brinda la prosodia puede ser reconocida por miembros de distintas culturas, Sauter et al (2010) estudiaron el reconocimiento de vocalizaciones emocionales no verbales en participantes originarios de Norteamérica y Namibia encontrando que no existen diferencias en la identificación de las

emociones básicas, lo que sugiere la universalidad de las emociones tanto en el rostro como en las vocalizaciones, apoyando la propuesta de Ekman (1993) sobre que a toda expresión facial emocional le corresponde una expresión vocal. Al parecer, este tipo de señales no verbales se codifican en un circuito fronto-operculo-temporal, particularmente en regiones temporales mediales (Kotz et al, 2012; Frühholz, Trost & Grandjean, 2014).

Similitudes entre las expresiones faciales y las expresiones corporales emocionales

Aunque a primera vista las expresiones faciales y emocionales parecen diferir por completo, el procesamiento de las señales provenientes del cuerpo y del rostro es más similar de lo que se piensa. Tanto el rostro como el cuerpo proveen información acerca de la identidad, la edad, el género, la emoción y la intención de una persona (Fox et al, 2000; Peelen & Downing, 2005), asimismo ambos se procesan mediante una configuración global y no a partir de los detalles (de Gelder, 2006).

Actualmente, a través de técnicas de neuroimagen eléctrica y hemodinámica se sabe que las expresiones faciales y corporales se perciben e integran a una velocidad similar, cuyo procesamiento cerebral se ha calculado inicia desde los 100 ms después de observar la emoción (Eimer, 2000; Luck, Woodman & Vogel, 2000; Batty & Taylor, 2003; Itier & Taylor, 2004; Meeren, van Heijnsbergen & de Gelder, 2005; Eimer & Mazza, 2005; van Heijnsbergen et al, 2007; Eimer & Holmes, 2007; Holmes, Bradley, Nielsen & Mogg, 2009; Weymar et al, 2011) reclutando la actividad de áreas cerebrales compartidas pertenecientes a regiones occipitotemporales como la corteza visual extraestriada y el giro occipital inferior que permite el análisis visual así como la amígdala, el hipocampo, el hipotálamo y la corteza orbitofrontal encargados de procesar y evaluar el valor emocional así como de posibilitar la producción de conductas en respuesta a la emoción (Sprengelmeyer et al, 1998; Haxby, Hoffman & Gobbini, 2002, Adolphs, 2002; Hadjikhani & de Gelder, 2003; de Gelder et al, 2004; Kanwisher & Yovel, 2006; van de Riet, Grèzes & de Gelder, 2009) **(Tabla 1)**.

En el giro occipital inferior se hallan dos áreas funcionales solapadas que se encargan del análisis de las características invariantes del rostro y el cuerpo, denominadas el área fusiforme de la cara (Kanwisher & Yovel, 2006) y el área fusiforme del cuerpo (Downing et al, 2001). La percepción de los aspectos que varían e implican movimiento como la expresión emocional y la dirección u orientación de la mirada o del cuerpo se realiza conjuntamente en el surco temporal superior (James et al, 2010; Skelly & Decety, 2012). Todas estas regiones neurales se activan independientemente de la valencia emocional o las demandas de la tarea (Vuilleumier et al, 2001; Ishai, Schmidt & Boesige, 2005).

Tabla 1. Estructuras anatómicas y los componentes electrofisiológicos comunes en la percepción de las expresiones corporales y las expresiones faciales emocionales*.

	Áreas y componentes	Funciones
Estructuras Anatómicas	Corteza visual extraestriada Giro occipital inferior (área fusiforme)	Permite el análisis visual de las características invariantes del rostro y el cuerpo.
	Surco temporal superior	Permite la percepción de aspectos que varían e implican movimiento como la expresión emocional y la dirección u orientación de la mirada o del cuerpo.
	Amígdala Corteza orbitofrontal Corteza prefrontal ventromedial Hipocampo Hipotálamo	Encargados de procesar y evaluar el valor emocional vinculando las representaciones perceptuales con la cognición. Permiten la detección de estímulos amenazantes, la selección de estrategias conductuales y en la ejecución de respuestas motoras.
Componentes electrofisiológicos	P1 o P100	Se asocia con la atención focalizada en la localización espacial. Refleja la percepción de información emocional.
	N170	Codificación estructural de los componentes constitutivos del rostro y el cuerpo humano. Hipotéticamente, se asocia con la percepción de información emocional.

* Cabe aclarar que la literatura revisada se enfoca en el estudio de emociones de enojo y miedo.

CAPITULO 2

ABORDAJE DE LAS EXPRESIONES EMOCIONALES MEDIANTE POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS

2.1. Los Potenciales Relacionados a Eventos en el estudio de las emociones

Los potenciales relacionados a eventos (PRE) consisten en una serie de oscilaciones de voltaje que reflejan el curso temporal de la suma de la actividad eléctrica de las poblaciones neuronales que se registran en el momento en que un participante realiza una tarea o percibe algún tipo de estímulo (Otten & Rugg, 2004). Los potenciales eléctricos que se asocian a los estímulos atendidos constituyen una señal electroencefalográfica, la cual se registra mediante una serie de electrodos en la superficie del cuero cabelludo (Kutas & Dale, 1997). Para obtener los potenciales relacionados a eventos se requiere promediar la señal registrada dentro de una cierta ventana de tiempo, al resultado de dicha promediación se conoce como componente (Luck, 2000).

Existen diversas definiciones de los componentes. De acuerdo a Luck (2004), un componente se refiere a la actividad neural registrada en el cuero cabelludo generada por un módulo neuroanatómico específico cuando se ejecuta una operación computacional particular. La aproximación clásica propone identificar los componentes de acuerdo a su morfología, temporalidad y distribución topográfica relacionados con manipulaciones experimentales específicas (Hajcak & MacNamara, 2010), de esta manera se asume que dado a que los componentes se correlacionan con un proceso cognitivo particular estos pueden ser empleados como un indicador fisiológico (Kutas & Dale, 1997).

Los componentes pueden definirse tomando en cuenta su significancia funcional y la fuente de origen neural subyacente (Otten & Rugg, 2004). Desde una perspectiva funcional, un componente se refiere a las características particulares

de una onda cuya polaridad, latencia y distribución son predecibles bajo ciertas manipulaciones experimentales, mientras que desde una perspectiva fisiológica un componente es el reflejo de la actividad de un generador particular o un conjunto de generadores intracerebrales, es decir, de la fuente neuroanatómica en donde se origina la actividad eléctrica (Kutas & Dale, 1997). No debe perderse de vista que ya que los potenciales relacionados a eventos se registran en la superficie del cuero cabelludo, la localización de los generadores puede ser sólo estimada indirectamente (Hillyard & Anllo-Vento, 1998).

Los Potenciales Relacionados a Eventos pueden examinarse tomando en cuenta sus características temporales o espaciales. El análisis temporal se centra en explorar como la señal registrada en sitios individuales varía en el tiempo a través de una o más condiciones experimentales, este análisis incluye a la amplitud y la latencia como las características específicas de los componentes que se cuantifican como una función de una condición experimental. En comparación, el análisis espacial se centra en cuantificar la variación del voltaje que se despliega en una ventana de tiempo a través de los electrodos distribuidos (Luck, 2004). Un componente puede ocurrir en distintos tiempos, distribuciones o polaridades bajo distintas condiciones, siempre y cuando se produzca en un mismo módulo y represente a la misma función cognitiva; por ello las características como los picos en las latencias y amplitudes, e incluso la polaridad de los componentes, suelen variar dependiendo de la condición experimental (Luck, 2004).

Los potenciales relacionados a eventos constituyen una técnica útil para aproximarse al estudio de las emociones, cuya principal ventaja es que brindan medidas de alta resolución del orden de los milisegundos en el curso temporal de los patrones de actividad neuronal asociados a procesos perceptuales y cognitivos (Hillyard & Anllo-Vento, 1998), por lo que resultan idóneos para el estudio de la cronometría del procesamiento emocional así como para la identificación de los componentes temporales relacionados a la percepción del lenguaje corporal emocional. Esta técnica puede emplearse en el estudio de procesos emocionales incluso cuando

existe poca o nula información para relacionar la significancia funcional con una característica del componente (Otten & Rugg, 2004).

Los potenciales relacionados a eventos brindan información que se puede integrar con el conocimiento sobre el sustrato neuroanatómico provisto por la Resonancia Magnética funcional (RMf), de manera que es posible inferir los circuitos neurales así como la dinámica temporal asociados a un cierto proceso perceptual o cognoscitivo (Holmes et al, 2009). Pese a que los fundamentos físicos y fisiológicos que subyacen a ambas técnicas así como sus parámetros y resoluciones de medición difieren, ambas son consideradas técnicas de neuroimagen bioeléctrica y hemodinámica, respectivamente; así mismo tanto los PRE como la RMf comparten diseños metodológicos similares en las tareas que emplean, por lo que es teóricamente posible extrapolar diseños de una técnica a otra realizando las modificaciones pertinentes (Otten & Rugg, 2004; Prado et al, 2008; Armony, Trejo & Hernández, 2012).

2.2. Hallazgos en el estudio de las Expresiones Faciales Emocionales

El procesamiento de las expresiones faciales, al igual que las expresiones corporales, se realiza mediante una configuración global y no a partir de los detalles (de Gelder, 2006). El procesamiento de la configuración del rostro incluye aspectos como la sensibilidad a las relaciones de primer orden entre los elementos del rostro, el procesamiento holístico agrupando los elementos en una unidad o Gestalt y la sensibilidad a las relaciones de segundo orden relativas a la percepción de las distancias entre los elementos (Maurer et al, 2002).

A nivel electrofisiológico, el procesamiento temporal de los distintos elementos del rostro se caracteriza por variaciones en la amplitud del componente P150 para elementos externos como las orejas, el cabello y la barbilla, así como del componente N170 para elementos internos como los ojos, las cejas, la nariz y la boca; la presencia de estos componentes indica que las características externas

son suficientes para activar a los mecanismos neurales responsables del procesamiento de relaciones de primer orden en el rostro, las cuales son reforzadas por las características internas así mismo sugiere la existencia de distintas etapas en la formación de una gestalt (Olivares & Iglesias, 2008).

Los modelos de atención y emoción proponen que se atiende a las expresiones faciales emocionales de manera automática dando prioridad a la amenaza, característica de las emociones de enojo y miedo, esto debido a que dirigir y enfocar rápidamente los recursos atencionales a las señales de peligro permite adoptar las respuestas conductuales necesarias para enfrentarse al medio (Davis & Whalen, 2001). Esta prioridad atencional ante la amenaza se refleja electrofisiológicamente mediante el componente P1 (Holmes, Bradley, Nielsen & Mogg, 2009; Feldmann, Schmidt & Schubo, 2011; Nomi et al, 2013) y el N2 (Valdés et al, 2014).

El P1 o P100 es un componente endógeno temprano con una latencia de 100- 120 ms (Itier & Taylor, 2004; Hermann et al, 2005) relacionado con la percepción de las características físicas de los estímulos, la percepción de los rostros humanos así como con la atención focalizada en la localización espacial (Hillyard & Anllo-Vento, 1998). Se ha propuesto que este componente es sensible a la emoción presentando amplitudes más grandes ante emociones como el enojo (Nomi et al, 2013) y el miedo (Eimer & Holmes, 2002; Fichtenholtz et al, 2009; Valdés et al, 2014), en comparación con los rostros neutros. Este componente también se genera al observar rostros no confiables que se perciben como amenazantes (Marzi et al, 2014).

Por su parte, el componente N2 es una deflexión negativa típicamente registrada en electrodos posteriores relacionado con la orientación de la atención hacia estímulos que resultan biológicamente relevantes (Luck, Woodman & Vogel, 2000; Eimer & Holmes, 2007). Percibir expresiones faciales de enojo produce un N2 con mayor amplitud y menor latencia en comparación con las caras amistosas, lo que indica que el enojo se atiende con mayor rapidez y por más tiempo (Weymar et al, 2011). El N2 también es considerado un marcador de detección al cambio, sensible al reconocimiento de la identidad a través del rostro (Eimer & Mazza, 2005).

Otro componente asociado a la percepción de expresiones faciales es el N170, este componente es una deflexión negativa con una latencia de 140-230 ms asociado al procesamiento de la codificación estructural del rostro humano (Eimer, 2000; Batty & Taylor, 2003; Itier & Taylor, 2004). El componente N170 refleja la operación de un mecanismo neural especializado en la detección de caras (Bentin et al, 1996; Bentin & Golland, 2002). Existe controversia sobre si el N170 se relaciona o no con la percepción de la emoción, algunos estudios reportan que la amplitud de este componente se modula por la intensidad de la emoción, incrementando conforme aumenta la intensidad del enojo, el miedo o el asco (Batty & Taylor, 2003; Sprengelmeyer & Jentzsch, 2006; Utama et al, 2009), no obstante otros estudios no han identificado tal modulación del componente (Marzi et al, 2014).

2.3. Hallazgos en el estudio de las Expresiones Corporales Emocionales

Actualmente son pocos los estudios que han abordado la dinámica temporal de las expresiones corporales emocionales por lo que la información al respecto es escasa. Al igual que en el rostro, percibir imágenes del cuerpo se asocia con el componente N170 (Gliga & Dehaene, 2005), este componente ha probado ser sensible a la configuración tanto del rostro como del cuerpo respecto a la observación de objetos (Stekelenburg & de Gelder; 2004).

Asimismo, través del empleo de potenciales de disparidad o *mismatch negativity* entre expresiones emocionales corporales y faciales se ha detectado que el componente P1 es sensible al miedo y al enojo (Meeren et al, 2005). Los potenciales de disparidad reflejan la habilidad para realizar comparaciones automáticas entre estímulos consecutivos que difieren en sus características físicas, violan una regla o resultan ambiguos, este tipo de potenciales brindan un indicador electrofisiológico de la precisión del proceso perceptivo (Näätänen, 2000; Garrido, Kilner, Stephan & Friston, 2009). El estudio de van Heijnsbergen et al (2007) apoya el hallazgo del estudio de Meeren et al (2005), reportando que la percepción de expresiones corporales de miedo se asocia al componente P1 con latencias menores en comparación con las expresiones neutras.

CAPÍTULO 3

EXPRESIONES CORPORALES DE ENOJO

3.1. Definición de las Expresiones Corporales Emocionales

La manifestación de una emoción a través de la postura corporal se denomina expresión corporal emocional o lenguaje corporal emocional y se define como un conjunto de movimientos coordinados producidos por el cuerpo completo que usualmente implican una acción emocional significativa, la cual tiene como finalidad inducir una respuesta motora en el observador (de Gelder, 2006). Las expresiones corporales emocionales juegan un papel fundamental en la interacción social brindando información confiable que posibilita el reconocimiento de la emoción incluso a gran distancia cuando la expresión facial no es visible (Grèzes, Pichon & de Gelder, 2007), así como información acerca de la conducta asumida por un sujeto o una multitud ante el estímulo que ha desencadenado dicha emoción, lo que permite a los observadores guiar su conducta en correspondencia (de Gelder, 2006; McHugh et al, 2010). El lenguaje corporal emocional se conforma por un sistema motor central que presenta una sintaxis combinatoria dentro de una gama de movimientos articulatorios en el cuerpo humano, los cuales reflejan acciones con un significado social y emocional implícito (de Gelder & Hadjikhani, 2006). El lenguaje corporal emocional no mantiene una relación uno a uno con emociones específicas debido a que el contexto determina la conducta más adaptativa que debe ser adoptada en cada situación (de Gelder, 2006).

3.2. La función biológica y social de las expresiones corporales de enojo

El enojo se conforma por conductas de amenaza, ataque y contra ataque que van desde las reprimendas y las críticas a la amenaza de infligir daño físico, esta emoción surge en respuesta a la ofensa y la violación de reglas de conducta o expectativas sociales como el engaño y la falta de cooperación, en este sentido su

función es señalar al grupo social que una deserción ha sido detectada y no será tolerada, lo cual permite protegerse ante la explotación (Nesse, 1990).

En comparación con las expresiones faciales, las expresiones corporales de enojo constituyen una vía directa de amenaza física (Kret & de Gelder, 2013), denotando un ataque físico potencial o simbólico (Adler, Rosen & Silverstein, 1998; Carver & Harmon, 2009), por lo que observar conductas que reflejan enojo genera en el observador la sensación de amenaza (Frijda, 1986). Reconocer las señales de enojo en otros individuos nos permite defendernos o responder a la amenaza produciendo condiciones físicas y fisiológicas que aumentan las probabilidades para mantenernos a salvo (Adler, Rosen & Silverstein, 1998). Estas reacciones de tipo reflejo ante estímulos aversivos son adaptativas sólo si ocurren rápidamente, por lo que el componente temporal es un elemento clave tanto en la expresión como en la identificación de esta emoción (Carver & Harmon, 2009).

Dentro de la variedad de emociones existentes, el enojo demanda mayor información contextual y ajustes conductuales adicionales en comparación con otras emociones requiriendo del movimiento de los miembros superiores e inferiores del cuerpo para su expresión, por lo que resulta idóneo para explorar la percepción del lenguaje corporal emocional (Pichon, de Gelder & Grèzes, 2009).

3.3. Correlato neuroanatómico de las expresiones corporales de enojo

Hasta ahora, el abordaje del lenguaje corporal emocional se ha realizado primordialmente a través del empleo de la Resonancia Magnética funcional (RMf) estudiando principalmente la emoción de miedo (de Gelder et al, 2004; Pichon & de Gelder, 2007; Pichon, de Gelder & Grèzes, 2009; Sinke et al, 2010; Grèzes) y de enojo (Pichon, de Gelder & Grèzes, 2009; Grèzes et al, 2013). A partir de los resultados de los estudios realizados y a través de una revisión de la literatura científica publicada al respecto de Gelder et al (2006) y de Gelder, Hortensius & Tamietto (2012) han propuesto un modelo teórico compuesto por dos circuitos

implicados en la percepción del lenguaje corporal emocional orquestados por la amígdala, un circuito dorsal y uno ventral.

El circuito dorsal es un circuito automático no consiente que permite la rápida percepción de las expresiones corporales emocionales e inicia la preparación de reflejos adaptativos así como las respuestas autonómicas. Estructuralmente consiste en una vía subcortical que incluye al colículo superior, el núcleo pulvinar y la amígdala, así como a la corteza orbitofrontal, estas áreas cortico-subcorticales se intercomunican con la sustancia gris periacueductal y el estriado dorsal. Por su parte, el circuito ventral es un circuito volitivo que se encarga de la atención y la percepción detallada del estímulo, es decir, del reconocimiento propiamente dicho así como de la elección del curso de acción en respuesta mediante el cálculo de las posibles consecuencias conductuales. Estructuralmente se conforma por el sistema motor frontoparietal encargado del reconocimiento de la acción y por el área fusiforme del cuerpo y el surco temporal superior involucrados en el reconocimiento corporal (Downing et al, 2001). De acuerdo a este modelo ambos circuitos mantienen interconexiones pero pueden funcionar de forma relativamente autónoma, lo cual garantiza que una señal de alerta sea detectada por la vía subcortical produciendo una reacción refleja en ausencia del procesamiento a detalle del estímulo.

De manera particular, la percepción de las expresiones corporales de enojo involucra la actividad de una amplia red neural que incluye a la amígdala y cortezas frontales como la corteza orbitofrontal lateral, corteza prefrontal ventromedial y la corteza premotora dorsal, así como el giro fusiforme, el polo temporal, la unión temporoparietal, el surco temporal superior y el hipotálamo (Pichon, de Gelder & Grèzes, 2008; 2009).

La amígdala es una estructura central en el procesamiento del enojo (Vuilleumier et al, 2001; Haxby, Hoffman & Gobbini, 2002). A través de su porción basolateral detecta la presencia de estímulos amenazantes independientemente de si el observador es consciente o no de ellos (de Gelder et al, 2014). Así mismo, la

amígdala procesa aquellos estímulos ambiguos potencialmente peligrosos y vincula las representaciones perceptuales con la cognición y la conducta basándose en el valor emocional del estímulo (Adolphs, 2001). La amígdala mantiene conexiones con la corteza orbitofrontal lateral, esta comunicación permite la selección de estrategias conductuales específicas necesarias para ajustar la propia conducta con base a las contingencias sociales (Tamietto et al. 2009).

Mientras que las estructuras subcorticales regulan predominantemente las expresiones emocionales inmediatas y automáticas, la regulación consciente de estas se modula por regiones corticales como la corteza orbitofrontal, la cual permite emular emociones que pueden dar una ventaja en las negociaciones sociales (Damasio, 1996). Por su parte, la corteza prefrontal ventromedial junto con las cortezas sensoriomotoras (SI, SII y la ínsula) responden de manera preferencial a las expresiones de enojo orientadas hacia el observador, por lo que se ha sugerido que estas cortezas se encargan de la representación del propio estado somático acoplado a la emoción percibida. A partir de este patrón de respuesta cortical se plantea que la dirección del cuerpo y la mirada es un factor clave que permite determinar si se es el blanco de la amenaza y se debe ejecutar una acción en respuesta o bien si sólo se es un observador, a esto se le conoce como autorelevancia de la emoción (Grèzes et al, 2013). La corteza prefrontal ventromedial comparte conexiones con el hipotálamo, región que junto con la unión temporoparietal se encuentra involucrada en la regulación de conductas agresivas y violaciones morales (Sinke et al, 2010). El giro fusiforme, el área fusiforme de cuerpo y el surco temporal superior se encargan de la percepción corporal, el giro frontal inferior, la unión temporoparietal y el lóbulo parietal inferior se relacionan con la observación de la acción mientras que el putamen y la corteza premotora se encuentran involucradas en la preparación de la acción (Kret et al, 2011).

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

Justificación

Se han formulado teorías que abordan la habilidad para percibir y procesar las expresiones emocionales, sin embargo, actualmente poco se sabe de la dinámica temporal asociada a la percepción de las expresiones corporales emocionales; esto se debe a que hasta hace algunas décadas el estudio del reconocimiento emocional se había enfocado casi exclusivamente a las expresiones faciales, además, la escasa investigación acerca de las expresiones corporales emocionales se ha orientado en su mayoría al estudio del correlato estructural haciendo empleo de la Resonancia Magnética funcional, dejando a un lado la investigación del correlato temporal. Dado que el reconocimiento de las emociones es un proceso multimodal (Hadjikhani & de Gelder, 2003), estudiar las expresiones corporales emocionales es necesario para la construcción de un marco teórico integral indispensable para comprender la naturaleza de la percepción y el procesamiento emocional, así como para entender la relevancia adaptativa que tiene el lenguaje corporal emocional. Explorar el correlato temporal de las expresiones corporales de enojo mediante la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos nos permitirá conocer la cronometría del procesamiento emocional, además de detectar valores electrofisiológicos que podrían ser de utilidad como indicadores en el estudio de la habilidad del reconocimiento emocional.

Objetivos

Objetivo general

Explorar las características electrofisiológicas de la dinámica temporal relacionada al reconocimiento de expresiones corporales neutras y de enojo en adultos sanos mediante el empleo de potenciales relacionados a eventos.

Objetivos específicos

- ˘ Explorar si existen diferencias entre los estímulos nítidos y los estímulos difusos en la amplitud y la latencia del componente P1.
- ˘ Explorar si existen diferencias en la amplitud y la latencia del componente P1 entre los estímulos del cuerpo con dirección hacia el observador o dirigidos hacia los lados.
- ˘ Explorar si existen diferencias en los niveles de emoción en la amplitud del componente N170.

Hipótesis

- Se observará mayor amplitud y menor latencia ante los estímulos nítidos en comparación con los estímulos difusos en el componente P1.
- La orientación del cuerpo no modificará la amplitud ni la latencia del componente P1.
- Se observará mayor amplitud en el componente N170 asociado a la intensidad de la emoción.

Diseño experimental

Se trata de un estudio exploratorio, prospectivo, de corte transversal. Este estudio constituye la fase exploratoria de un protocolo de investigación más amplio que pretende describir el reconocimiento del enojo en una muestra de pacientes con enfermedad de Parkinson comparados con participantes sanos. La finalidad de esta fase exploratoria es observar cómo se comporta el diseño experimental y la señal de electroencefalografía en la muestra de participantes sanos para realizar las modificaciones pertinentes en las siguientes fases de la investigación.

Muestra

La muestra consistió en 12 participantes sanos (7 mujeres) dentro de un rango de edad de 45-60 años. Los participantes fueron evaluados en las instalaciones de la Clínica de Trastornos del Sueño del Hospital General de México. Las

características de la muestra y los instrumentos aplicados fueron seleccionados de esa manera debido a que los participantes forman parte del grupo control contra el cual serán comparados los registros de los pacientes con enfermedad de Parkinson.

Criterios de selección para el estudio

Criterios de inclusión

- Adultos sanos, edad de 45 a 60 años, tener una dominancia manual diestra, reportar una visión normal o corregida, tener un nivel educativo mínimo de secundaria y haber firmado el consentimiento informado antes de iniciar el estudio.
- Puntaje de la prueba Mini-mental State Examination (MMSE) mayor a 24.
- Puntaje menor a 10 en la Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage

Criterios de exclusión

- Presentar deterioro cognitivo, tener historia de trastornos neurológicos o psiquiátricos, tener historia de adicción o consumo de sustancias tóxicas y no completar las fases del estudio.

Materiales

Estímulos visuales

Los estímulos se obtuvieron de un conjunto de 64 videos validados por Grèzes et al (2013, para más detalles consulte Cortex 49:2210-222). Se emplearon 64 imágenes estáticas que muestran a ocho actores profesionales (cuatro hombres) expresando cuatro niveles de emoción (neutro y enojo leve, medio e intenso) en dos orientaciones (lateral y frontal). Además se emplearon condiciones control que consistieron en 64 imágenes difusas, derivadas de las imágenes nítidas, modificadas mediante la aplicación de efecto de mosaico (software Adobe After-effect). En total se incluyeron 178 estímulos: ocho para cada una de las condiciones de interés (nivel de emoción y orientación) y sus condiciones control,

12 estímulos oddball que consistieron de imágenes de cuerpos invertidos (de cabeza) y 38 eventos nulos que consistieron en una pantalla negra. Los rostros de los actores fueron difuminados para evitar que los participantes obtuvieran pistas emocionales de las expresiones faciales y por tanto emplearon únicamente la información proveniente del cuerpo.

Los estímulos se presentaron empleando un diseño factorial de 2 x 4 x 2 (**Figura 1**) siendo los factores la orientación (frontal y lateral), la expresión emocional (neutra, enojo bajo, enojo medio y enojo intenso) y la apariencia (nítida o difusa). Cada imagen tuvo un tiempo de exposición de 2000 milisegundos con un orden de exposición aleatorio. Cabe mencionar que en la técnica de potenciales relacionados a eventos es necesario emplear tiempos de exposición cortos, del orden de milisegundos, para evitar efectos de habituación en el disparo neuronal del sistema visual que podrían contaminar el registro (Luck, 2004).

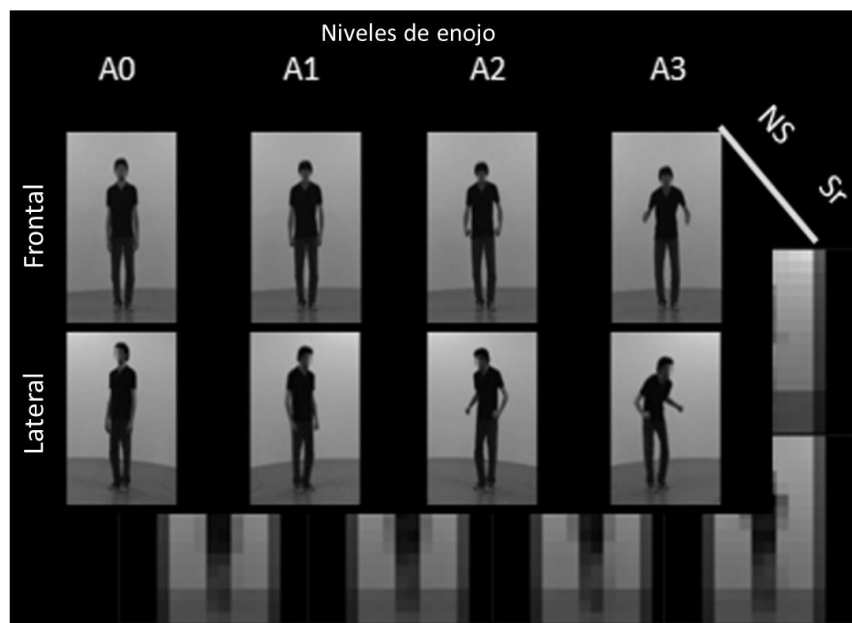


Figura 1. Diseño experimental. Se trata de un diseño factorial 2 x 4 x 2. Se mostraron imágenes estáticas nítidas (NS) o difusas (Sr) en distintos niveles de emoción (neutro A0, enojo leve A1, enojo medio A2 y enojo intenso A3) con orientación frontal o lateral. Adaptado de Grèzes et al (2013).

Instrumentos

Mini-mental State Examination (MMSE)

Es una prueba que permite establecer el estado cognoscitivo y detectar procesos demenciales en poblaciones con niveles nulos de educación, patológicas y geriátricas, cumpliendo con criterios de validez y confiabilidad (Folstein, Folstein & McHugh, 1975). La suma del puntaje de los ítems individuales indica el grado de severidad de la alteración cognitiva. Los parámetros de los puntajes han demostrado confiabilidad entre pruebas y se correlacionan adecuadamente con otras mediciones como la electroencefalografía y las técnicas de neuroimagen (Cockrell & Folstein, 2002). El tiempo de aplicación es de 5 a 10 minutos. Las funciones cognitivas que evalúa son la orientación en tiempo, lugar y persona, la atención, la concentración, la memoria en los componentes de fijación y recuerdo diferido, la comprensión así como la producción verbal y escrita del lenguaje, las praxias y la habilidad visuoespacial. Pese a las críticas por su baja especificidad, el MMSE continúa siendo el instrumento de más amplia aceptación y por ende el más empleado en rastreos iniciales (Allegri et al, 1999; Copeland, Abou-Saleh & Blazer, 2002).

The Geriatric Depression Scale

La Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage es un autoreporte que evalúa la presencia de depresión en adultos mayores sanos, así como en pacientes neurológicos y con deterioro cognitivo (Parmelee & Katz, 1990). Se emplea como un instrumento de detección. La versión abreviada consta de 15 reactivos, el punto de corte recomendado por ser el más efectivo son 10 puntos para la población hispanohablante, el cual brinda una sensibilidad del 86.7%. Un puntaje mayor al punto de corte se considera indicador de depresión establecida (Fernández et al, 2002). La escala ha sido sometida a diversas validaciones transculturales incluyendo el español (Montorio & Izal, 1996). Esta escala mantiene su validez al

ser comparada con los criterios clínicos del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos mentales DSM-IV (Almeida & Almeida, 1999).

Procedimiento

El estudio se realizó en un lugar ventilado, bien iluminado y sin ruido. Los participantes se sentaron en una silla cómoda ubicada a 90 cm de distancia de la pantalla de la computadora. El estudio consistió en dos bloques, cada uno con 178 eventos presentados aleatoriamente, lo que dio un total de 356 estímulos. Para verificar que los participantes mantuvieran un nivel adecuado de atención, se realizó una tarea de detección en la cual se les pidió responder únicamente a los estímulos oddball (imágenes invertidas) tan certera y rápidamente como les fuera posible oprimiendo un botón del mouse con la mano derecha.

Registro electroencefalográfico

Los potenciales relacionados a eventos se obtuvieron mediante el registro electroencefalográfico utilizando el programa de adquisición y análisis SCAN versión 4 (Compumedics International, El Paso, Texas, USA). Se emplearon 19 electrodos activos monopolares sobre el cuero cabelludo localizados de acuerdo al sistema internacional 10-20 montados en una gorra elástica. Las impedancias de los electrodos se mantuvieron por debajo de 5 Ω . Se emplearon filtros pasa-banda de 0.1 a 30 Hz, tasa de muestreo de 200 Hz y ganancia de 500. Los estímulos se presentaron mediante el programa Stim2 (Compumedics International, El Paso, Texas, USA).

Análisis de datos

El electroencefalograma se inspeccionó visualmente para eliminar los segmentos con artefactos provenientes de actividad extracerebral muscular, ocular o causada por movimientos. Posteriormente mediante un algoritmo se eliminaron los

segmentos con actividad mayor a $\pm 100 \mu\text{V}$. El EEG se dividió en segmentos de -100 a 1000 ms, tomando como línea base 100 ms previos a la presentación del estímulo. Para obtener los potenciales relacionados a eventos (PRE) se empleó la técnica de promediación. Se analizaron los valores de amplitud y latencia de los componentes para cada tipo de estímulos en cada electrodo. La amplitud se determinó como el punto de valor máximo en microVolts (μV) de cada componente (positivo o negativo) que corresponde a una deflexión u onda en el PRE, mientras que la latencia se determinó como el tiempo en milisegundos (ms) de cada componente.

Para explorar las condiciones de interés se analizaron los picos en dos componentes, el P1 identificado como una deflexión positiva entre 75 y 125 ms posterior a la presentación del estímulo y el N170 como una deflexión negativa entre 140-230 ms. Durante el análisis de la señal se identificó un componente adicional que no se había contemplado en las hipótesis, el N2pc, este componente consta de una deflexión negativa entre 200-300 ms posterior a la presentación del estímulo.

Todos los electrodos disponibles en el estudio fueron analizados, sin embargo solo se reportan los electrodos en los que se detectaron los valores máximos de amplitud y latencia de los componentes de interés. Los electrodos que se reportan se ubican sobre regiones occipitoparietales y del vértice; O1, O2, P3, P4, PZ, CZ y FZ, sitios donde los componentes de interés suelen detectarse (Eimer, 1996; Nomi et al, 2013; Yao et al, 2013). De acuerdo a los estudios de PRE sobre lenguaje corporal emocional con que se cuenta en la literatura actual, el componente P1 se detecta en regiones occipitales (van Heijnsbergen & de Gelder, 2005; Van Heijnsbergen et al, 2007) mientras que el componente N170 en regiones del vértice y occipito-parietales (Stekelenburg & de Gelder, 2004).

Los resultados de amplitud y latencia de los componentes se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS versión 20. Los datos se expresan mediante medidas de tendencia central y de dispersión. El análisis estadístico para evaluar la amplitud y latencia del componente P1 de los estímulos difusos contra los nítidos y de la intensidad del enojo se realizó mediante pruebas de análisis de varianza para comparación de medias, tomando como significativa una $p < 0.05$ con IC 95%. Para el resto de las comparaciones en los grupos con diferencias significativas se realizaron pruebas *post hoc* de Tuckey con corrección de Bonferroni. El efecto de la orientación frontal y lateral de los estímulos y del nivel neutro contra el nivel alto de enojo se evaluaron por separado mediante pruebas *t de Student* para muestras relacionadas y se analizó de forma independiente la amplitud y latencia para cada componente: P1 y N170, y adicionalmente para N2pc.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Con el fin de evitar que los resultados se contaminaran con deflexiones espurias, se excluyeron a 2 participantes debido a la alta proporción de ruido que mostraron en sus registros. En la tabla 2 se muestran las características de los participantes cuya señal electroencefalográfica se registró. La muestra consistió en cinco mujeres y cinco hombres.

Tabla 2. Resumen de las características demográficas de los participantes.

Edad	Años de escolaridad	Puntaje MMS	Puntaje EDG
51.9 ± 5.75	12.20 ± 2.3	28.2 ± 1.75	1.2 ± 1.13

MMS=MiniMental State; EDG=Escala de Depresión Geriátrica

Todos los participantes acertaron de forma adecuada en la tarea oddball de detección de imágenes invertidas, con un 100 % de aciertos. Cabe mencionar que esta tarea tiene como objetivo asegurar que los participantes mantuvieron la atención hacia los estímulos presentados. Debido al porcentaje de aciertos obtenidos por los participantes se asume que dirigieron y mantuvieron un nivel atencional apropiado para percibir y procesar los estímulos.

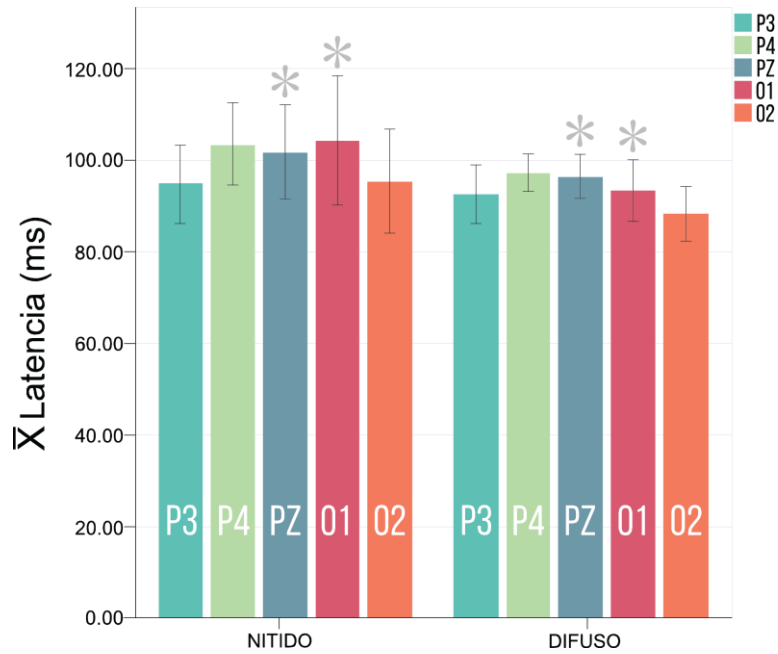
Discriminación perceptual (nítido vs difuso)

Se observan diferencias estadísticamente significativas en las latencias de los estímulos nítidos ($p=0.024$) contra los difusos ($p= 0.028$) en los electrodos Pz y O1, con un nivel de significancia de $p <0.05$, empleando una prueba ANOVA de un factor (**Tabla 3**). En dichos electrodos, las latencias son ligeramente menores en las imágenes difusas en comparación con las imágenes nítidas (**Gráfica 1**). El pico

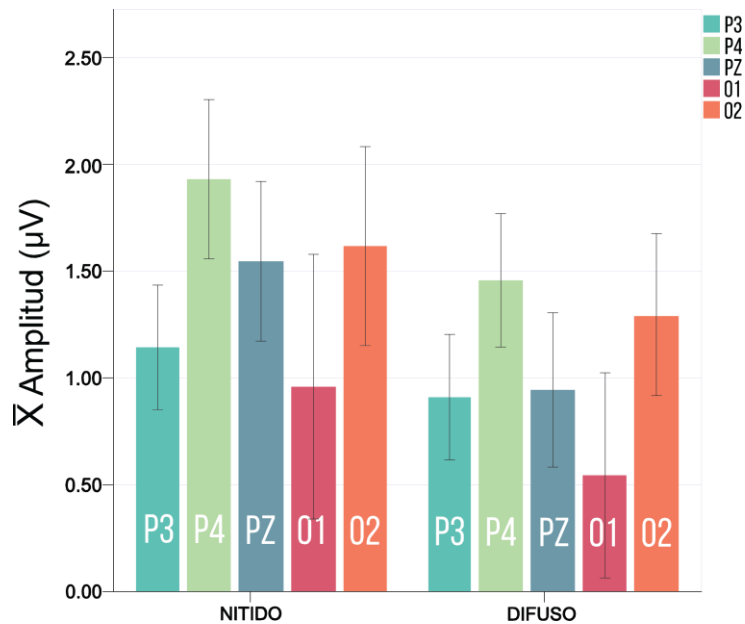
máximo de la latencia en las imágenes difusas se detectó a los 96.3 ms, por su parte la latencia de las imágenes nítidas presentaron un pico máximo a los 101.8 ms en el electrodo PZ, de manera similar en el electrodo O1 el pico máximo de la latencia en las imágenes difusas se detectó a los 93.3 ms, mientras que las imágenes nítidas presentaron un pico máximo a los 104.3 ms (**Figura 2**). Esto sugiere que las imágenes nítidas se procesan con mayor rapidez. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las amplitudes de los estímulos nítidos ni en los difusos (**Tabla 3** y **Gráfica 2**). Ningún otro efecto significativo se observó. Debido a que se controlaron atributos como la frecuencia espacial, la luminancia y el contraste en todos los estímulos, se descarta que el efecto observado fuese ocasionado por las características físicas de las imágenes.

Electrodo	Apariencia	Latencia	Amplitud
P3	Nítido	94.70 ± 29.94	1.14 ± .92
	Difuso	92.40 ± 20.04	.91 ± .92
P4	Nítido	103.40 ± 27.95	1.92 ± 1.18
	Difuso	97.20 ± 12.64	1.45 ± .99
PZ	Nítido	101.80 ± 32.21 *	1.54 ± 1.19
	Difuso	96.30 ± 15.39 *	.94 ± 1.14
O1	Nítido	104.30 ± 44.39 *	.96 ± 1.97
	Difuso	93.30 ± 21.26 *	.54 ± 1.51
O2	Nítido	95.50 ± 36.17	1.61 ± 1.46
	Difuso	88.30 ± 18.11	1.29 ± 1.20

Tabla 3. Promedios de las amplitudes y las latencias del componente P1 en los electrodos P3, P4, PZ, O1 y O2 en la condición apariencia. Los valores de las latencias son estadísticamente significativas en los electrodos PZ y O1, marcados con un asterisco. No se observan diferencias significativas en la amplitud de ningún electrodo. El análisis estadístico se realizó mediante un ANOVA de un factor, $p < 0.05$.



Gráfica 1. Promedios de las latencias (ms) del componente P1 en los estímulos nítidos y difusos en los electrodos P3, P4, PZ, O1 y O2. Se observan diferencias estadísticamente significativas en los electrodos PZ y O1 señalados con un asterisco, $p < 0.05$ con IC 95%.



Gráfica 2. Promedios de las amplitudes (µV) del componente P1 para los estímulos nítidos y difusos en los electrodos P3, P4, PZ, O1 y O2. No se observan diferencias estadísticamente significativas en ningún electrodo.

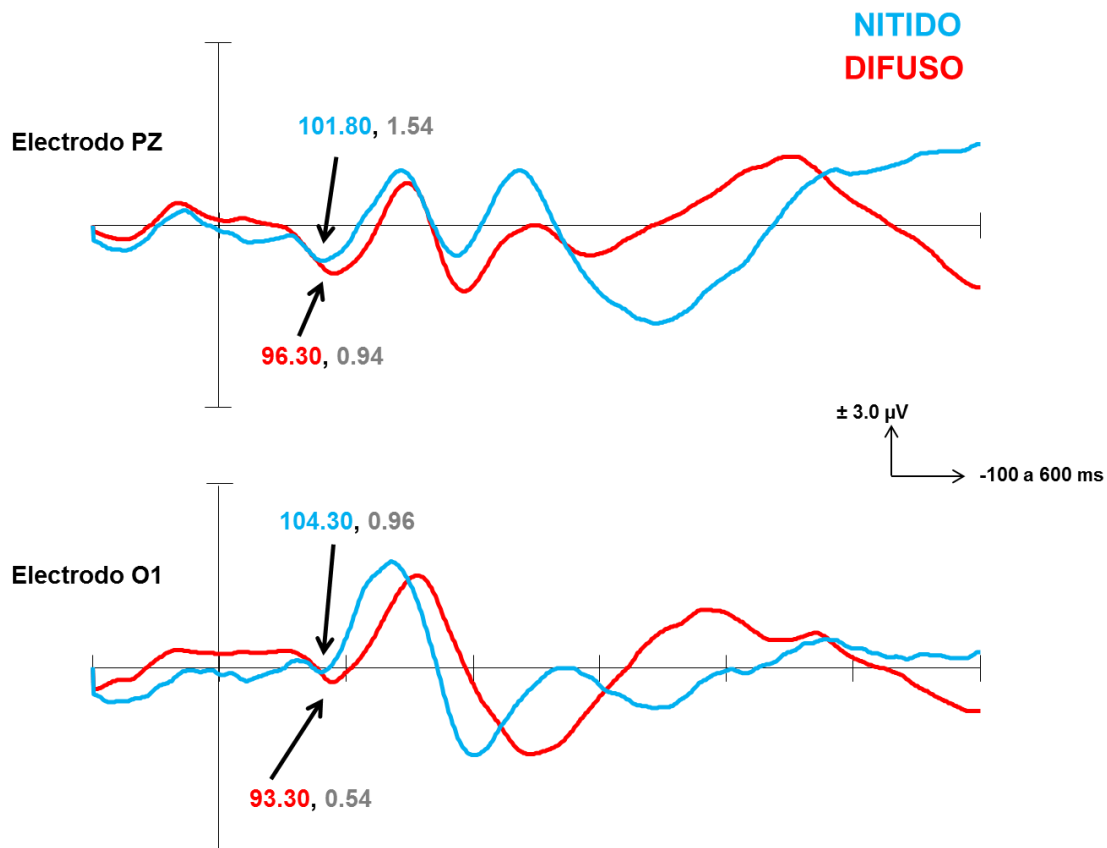


Figura 2. Gran promedio del componente P1. En el electrodo PZ se observa un pico máximo a los 101.80 ms en la latencia y de 1.54 μV en la amplitud asociada a la percepción de las imágenes nítidas (en azul), mientras que la percepción de imágenes difusas (en rojo) se asocia a un pico máximo a los 96.30 ms en la latencia y de 0.94 μV en la amplitud. Por su parte, en el electrodo O1 se observa un pico máximo a los 104.30 ms en la latencia y de 0.96 μV en la amplitud asociada a la percepción de las imágenes nítidas (en azul) y un pico máximo a los 93.30 ms en la latencia y de 0.54 μV en la amplitud asociada a la percepción de las imágenes difusas (en rojo). El componente de interés se encuentra señalado con una flecha. Los datos representan un grupo de 10 participantes.

Orientación (lateral contra frontal)

Para analizar la dirección de la orientación del cuerpo se realizaron pruebas t de Student para comparar a los estímulos frontales contra los laterales en los componentes de interés tomando en cuenta los niveles de intensidad de la emoción. La orientación de las imágenes no modificó de manera estadísticamente significativa la amplitud ni la latencia en los componentes P1, N170 y N2pc (**Tabla**

4 y Tabla 5). No se observaron diferencias entre la condición lateral y la frontal. En este análisis se incluyeron únicamente los estímulos nítidos, debido a que los estímulos difusos no son útiles para explorar el efecto de lateralidad.

Componente	Electrodo	Orientación	Amplitud			
			Neutro	Leve	Medio	Intenso
P1	P3	Frontal	1.23 ± 1.22	.70 ± 1.63	1.21 ± 1.67	1.22 ± 1.29
		Lateral	1.02 ± 1.08	2.29 ± 2.62	1.73 ± 1.66	1.07 ± 1.28
	P4	Frontal	2.20 ± 1.45	1.02 ± 1.81	1.87 ± 1.64	1.96 ± 1.51
		Lateral	1.83 ± 1.42	2.86 ± 2.98	2.85 ± 2.38	1.84 ± 1.56
	O1	Frontal	.72 ± 1.82	.64 ± 2.02	.81 ± 2.39	1.02 ± 1.65
		Lateral	.84 ± 1.35	2.11 ± 4.45	1.42 ± 2.56	.24 ± 2.10
	O2	Frontal	1.80 ± 1.53	.96 ± 1.58	1.33 ± 1.67	1.53 ± 1.64
		Lateral	1.66 ± 1.59	2.43 ± 3.76	2.21 ± 2.36	1.47 ± 2.16
	Pz	Frontal	1.34 ± 1.53	.43 ± 1.64	1.39 ± 1.70	1.62 ± 1.26
		Lateral	1.14 ± 1.36	2.30 ± 3.04	1.75 ± 2.09	1.21 ± 1.61
N170	Fz	Frontal	-1.90 ± 2.00	-1.82 ± 1.53	-1.67 ± 1.93	-1.82 ± 1.95
		Lateral	-1.54 ± 1.38	-1.32 ± 1.89	-1.92 ± .87	-1.01 ± 1.65
	Cz	Frontal	-2.28 ± 1.16	-2.80 ± 1.40	-2.04 ± 1.77	-2.35 ± 1.30
		Lateral	-2.13 ± 1.23	-1.89 ± 1.26	-2.29 ± 1.14	-1.65 ± 1.36
N2pc	Fz	Frontal	-3.49 ± 2.26	-2.51 ± 2.10	-2.87 ± 1.85	-3.37 ± 2.16
		Lateral	-2.20 ± 1.89	-2.97 ± 2.91	-3.41 ± 2.64	-3.18 ± 1.37
	Cz	Frontal	-3.60 ± 1.89	-3.39 ± 3.09	-3.10 ± 2.26	-3.91 ± 2.24
		Lateral	-2.50 ± 2.41	-3.35 ± 2.71	-3.09 ± 2.00	-3.17 ± 1.23

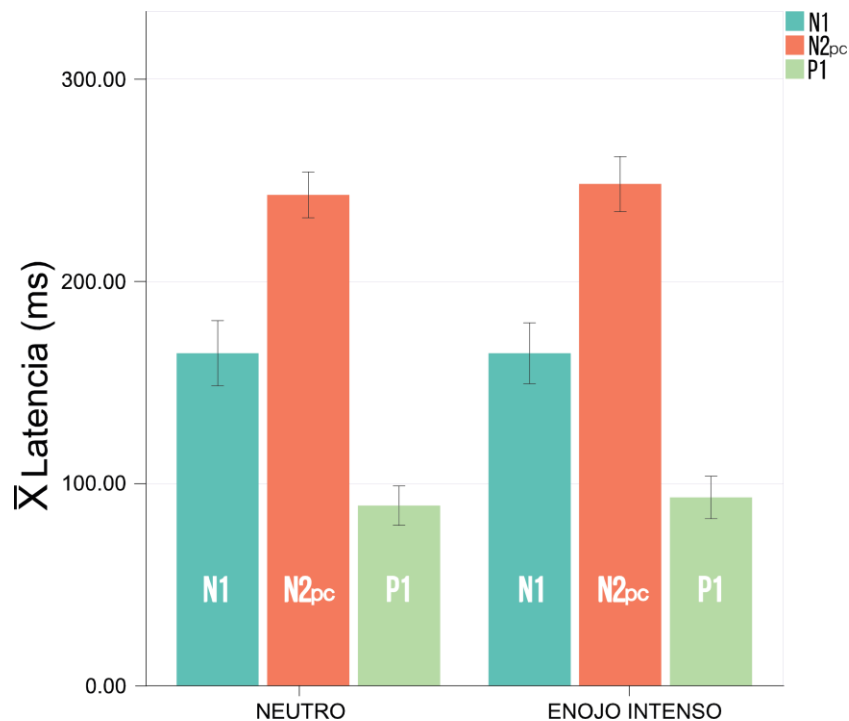
Tabla 4. Amplitudes (μV) de los componentes P1, N170 y N2pc en la condición orientación en los distintos niveles de emoción (neutro y enojo leve, medio e intenso) registrados en los electrodos P3, P4, O1, O2, Pz, Fz y Cz. Los valores de las amplitudes no fueron estadísticamente significativos en ningún componente. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas t, $p < 0.05$. Se muestran los promedios y las desviaciones estándar.

Componente	Electrodo	Orientación	Latencia				
			Neutro	Leve	Medio	Intenso	
P1	P3	Frontal	76.70 ± 15.64	92.30 ± 20.90	93.40 ± 44.34	86.40 ± 20.13	
		Lateral	81.60 ± 21.13	85.60 ± 18.30	87.50 ± 20.05	82.80 ± 19.63	
	P4	Frontal	87.90 ± 19.63	89.20 ± 16.41	99.80 ± 45.36	94.20 ± 21.03	
		Lateral	94.80 ± 20.02	91.30 ± 14.87	92.70 ± 10.57	92.30 ± 15.51	
	O1	Frontal	75.10 ± 15.98	83.50 ± 20.25	105.10 ± 8.89	85.20 ± 20.48	
		Lateral	85.80 ± 21.95	88.20 ± 20.93	82.70 ± 18.30	85.40 ± 18.43	
	O2	Frontal	78.10 ± 14.96	86.70 ± 20.27	100.20 ± 64.45	88.20 ± 22.79	
		Lateral	83.80 ± 22.66	82.90 ± 19.73	84.10 ± 11.17	85.00 ± 16.01	
	Pz	Frontal	88.60 ± 18.91	93.10 ± 21.07	95.80 ± 44.59	95.50 ± 22.92	
		Lateral	89.40 ± 23.14	88.80 ± 19.72	88.50 ± 19.09	91.80 ± 23.18	
	N170	Fz	Frontal	177.80 ± 34.87	160.30 ± 36.23	145.20 ± 38.41	158.10 ± 37.41
			Lateral	156.40 ± 35.56	172.90 ± 34.41	166.70 ± 33.91	161.20 ± 33.96
Cz		Frontal	171.20 ± 35.81	169.40 ± 35.43	153.20 ± 30.02	158.20 ± 31.14	
		Lateral	160.00 ± 33.70	175.30 ± 27.41	169.00 ± 31.06	167.40 ± 34.15	
N2pc	Fz	Frontal	248.70 ± 33.30	239.90 ± 30.99	237.10 ± 29.87	242.30 ± 23.92	
		Lateral	261.20 ± 27.43	254.20 ± 23.73	237.60 ± 26.91	257.80 ± 26.49	
	Cz	Frontal	240.30 ± 21.02	245.40 ± 33.34	232.50 ± 26.41	238.00 ± 26.69	
		Lateral	246.60 ± 27.03	250.40 ± 29.54	231.70 ± 24.80	257.90 ± 29.32	

Tabla 5. Latencias (ms) de los componentes P1, N170 y N2pc en la condición orientación en los distintos niveles de emoción (neutro y enojo leve, medio e intenso) registrados en los electrodos P3, P4, O1, O2, Pz, Fz y Cz. La orientación de los estímulos no produjo valores estadísticamente significativos en ningún componente. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas t, $p < 0.05$. Se muestran los promedios y las desviaciones estándar.

Intensidad del enojo

Para explorar el efecto de la intensidad del enojo se realizaron comparaciones entre el nivel neutro y el nivel intenso de enojo por ser el nivel de mayor intensidad emocional mediante pruebas t de Student $p < 0.05$. Los resultados no indican diferencias estadísticamente significativas en la amplitud ni en la latencia entre dichas condiciones (**Gráfica 3** y **Tabla 6**), por lo que no se requirió de análisis adicionales. De acuerdo a estos hallazgos no se observa gradiente en la intensidad del enojo. Como en el análisis anterior en este sólo se incluyeron los estímulos nítidos en el análisis.



Gráfica 3. Promedios de las latencias (ms) de los componentes N1 y N2_{pc} en el electrodo CZ y P1 en el electrodo PZ en la condición nivel de emoción. No se observan diferencias estadísticamente significativas entre la ausencia de emoción (estímulos neutros) y la percepción de imágenes de enojo intenso. Se reportan los electrodos más relevantes, es decir, aquellos con los picos más elevados. $p < 0.05$.

Componente	Electrodo	Emoción	Latencias (ms)	Amplitud (μV)
P1	P3	Neutro	79.15 \pm 18.27	1.13 \pm 1.13
		Intenso	84.60 \pm 19.44	1.14 \pm 1.25
	P4	Neutro	91.35 \pm 19.63	2.01 \pm 1.41
		Intenso	93.25 \pm 18.01	1.90 \pm 1.49
	O1	Neutro	80.45 \pm 19.48	.78 \pm 1.56
		Intenso	85.30 \pm 18.96	.63 \pm 1.88
	O2	Neutro	80.95 \pm 18.91	1.73 \pm 1.52
		Intenso	86.60 \pm 19.24	1.50 \pm 1.87
PZ	Neutro	89.00 \pm 20.57	1.24 \pm 1.41	
	Intenso	93.65 \pm 22.51	1.41 \pm 1.42	
N170	FZ	Neutro	167.10 \pm 35.99	-1.72 \pm 1.69
		Intenso	159.65 \pm 34.81	-1.41 \pm 1.81
	CZ	Neutro	165.60 \pm 34.33	-2.20 \pm 1.16
		Intenso	162.80 \pm 32.16	-2.00 \pm 1.34
N2pc	FZ	Neutro	254.95 \pm 30.38	-2.84 \pm 2.13
		Intenso	250.05 \pm 25.82	-3.27 \pm 1.76
	CZ	Neutro	243.45 \pm 23.79	-3.05 \pm 2.18
		Intenso	247.95 \pm 29.13	-3.54 \pm 1.80

Tabla 6. Promedios de las latencias y amplitudes de los componentes P1, N170 y N2pc del nivel neutro y el nivel severo de enojo en los electrodos P3, P4, O1, O2, Pz, Fz y Cz. Ninguna condición resultó estadísticamente significativa. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas t, $p < 0.05$. Se reportan las desviaciones estándar (\pm).

Fue posible detectar todos los componentes de interés (P1, N170 y N2pc) en el análisis tanto de las imágenes neutras como de las imágenes de enojo en sus distintos niveles (leve, medio e intenso) (**Figuras 3 y 4**). No se observa un efecto de modulación de los valores de las latencias o las amplitudes de los componentes producido por la intensidad de la emoción, lo cual difiere del patrón lineal propuesto en la literatura (Sprengelmeyer & Jentzsch, 2006; Utama et al, 2009), según el cual la amplitud aumenta conforme la emoción se torna más intensa. En el componente N2pc se observan diferencias en la amplitud entre los estímulos neutros y el enojo intenso en el electrodo Cz, siendo mayor la amplitud en el enojo severo, pese a que se aproximan al patrón teórico propuesto, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

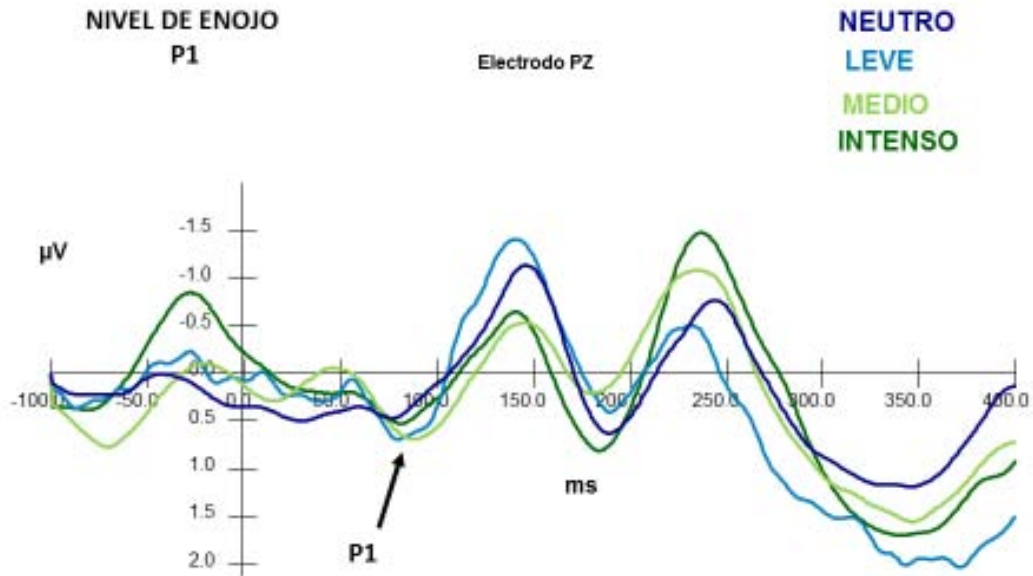


Figura 3. Gran promedio del componente P1 para el nivel neutro (azul fuerte), el nivel de enojo leve (azul claro), el nivel de enojo medio (verde claro) y el nivel de enojo severo (verde fuerte) en el electrodo Pz. El componente se encuentra señalado con una flecha. Los datos representan un grupo de 10 participantes.

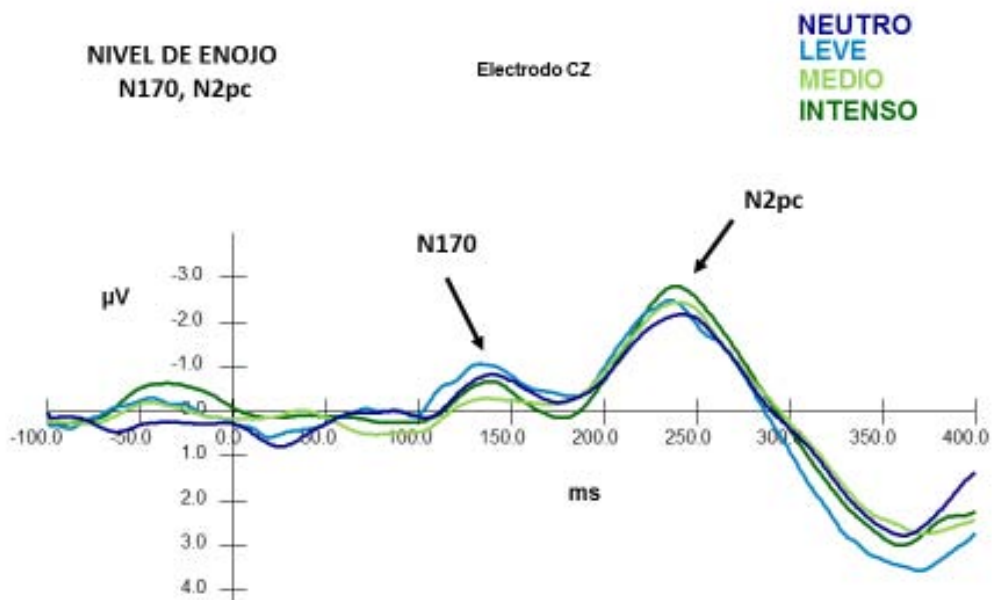


Figura 4. Gran promedio de los componentes N170 y N2pc para el nivel neutro (azul fuerte), el nivel de enojo leve (azul claro), el nivel de enojo moderado (verde claro) y el nivel de enojo severo (verde fuerte) en el electrodo Cz. Los componentes se señalan con una flecha. Los datos representan un grupo de 10 participantes.

De manera adicional se realizó un análisis por género, se analizaron los promedios de las amplitudes y las latencias de los participantes comparando la señal de los componentes P1, N170 y N2pc del grupo de mujeres y de hombres mediante una prueba ANOVA de un factor. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (**Tabla 7 y 8**).

Genero	Componente	Electrodo	Amplitud (media cuadrática)	f	Sig.
Masculino	P1	PZ	1.926	.488	.692
		P3	3.097	.860	.469
		P4	1.586	.361	.781
	N170	FZ	.625	.297	.828
		CZ	1.563	1.133	.346
		PZ	.535	.410	.746
	N2pc	FZ	2.123	.592	.624
		CZ	2.244	.628	.601
		PZ	1.705	.557	.646
Femenino	P1	PZ	2.877	.994	.410
		P3	1.158	.967	.422
		P4	4.582	1.779	.174
	N170	FZ	1.352	.336	.799
		CZ	1.904	.796	.507
		PZ	.318	.071	.975
	N2pc	FZ	1.894	.279	.840
		CZ	.108	.014	.998
		PZ	1.315	.219	.883

Tabla 7. Análisis por género de los promedios de las amplitudes en los componentes P1, N170 y N2pc, en los electrodos P3, P4, PZ, FZ y CZ. Ninguna condición resultó estadísticamente significativa. El análisis estadístico se realizó mediante una prueba ANOVA de un factor, $p < 0.05$.

Genero	Componente	Electrodo	Latencias (media cuadrática)	f	Sig.
Masculino	P1	PZ	92.854	.260	.854
		P3	161.354	.451	.718
		P4	165.722	.624	.603
	N170	FZ	301.556	.213	.887
		CZ	486.521	.483	.696
		PZ	1209.743	1.334	.275
	N2pc	FZ	937.021	1.317	.281
		CZ	202.354	.307	.820
		PZ	295.743	.373	.773
Femenino	P1	PZ	283.500	.269	.847
		P3	642.708	.711	.553
		P4	636.542	.744	.535
	N170	FZ	701.042	.602	.619
		CZ	630.542	.565	.643
		PZ	511.865	.445	.723
	N2pc	FZ	372.698	.383	.766
		CZ	1256.198	1.410	.260
		PZ	831.250	1.009	.404

Tabla 8. Análisis por género de los promedios de las latencias en los componentes P1, N170 y N2pc, en los electrodos P3, P4, PZ, FZ y CZ. Ninguna condición resultó estadísticamente significativa. El análisis estadístico se realizó mediante una prueba ANOVA de un factor, $p < 0.05$.

CAPÍTULO 6

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue utilizar la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos para explorar la dinámica temporal al observar estímulos mostrando expresiones corporales neutras y de enojo en dos orientaciones con distintos niveles de intensidad de enojo.

Percepción de imágenes nítidas del cuerpo.

En la primera hipótesis se planteó encontrar diferencias de mayor amplitud y menor latencia en el componente P1 de los estímulos nítidos vs los difusos. De acuerdo a nuestros resultados, la latencia del componente P1 se asoció con la percepción de las imágenes nítidas del cuerpo humano, identificar el P1 en esta condición puede relacionarse a un proceso atencional enfocado a la localización espacial de los estímulos (Brosch et al, 2008; Handy, Soltani & Mangun, 2001). La latencia de este componente también fue sensible a los estímulos difusos, presentando valores ligeramente menores en comparación a los estímulos nítidos; una posible explicación a estas diferencias es que una latencia más corta en P1 refleje la actividad de vías subcorticales que permiten la rápida percepción visual e inician la preparación de reflejos adaptativos y las respuestas autonómicas. LeDoux (1996) ha descrito una vía directa que envía la información sensorial aferente del tálamo hacia la amígdala, la cual permite responder a aquellos estímulos ambiguos antes que sean identificados como amenazantes o inocuos.

Percepción de la orientación del cuerpo

En la segunda hipótesis se planteó la ausencia de diferencias en el componente P1 respecto de la orientación frontal o lateral de los estímulos. En el contexto social, la orientación del cuerpo de un sujeto que expresa una conducta de enojo permite inferir si el observador es o no un potencial blanco de una agresión, lo cual influye en la manera en que se reacciona ante la información emocional que proporciona

el lenguaje corporal, a esto se le denomina efecto de auto relevancia. De acuerdo a nuestros resultados la orientación del cuerpo, ya sea dirigiéndose hacia el observador o bien hacia los lados no afecta la latencia ni la amplitud de los componentes de interés, este hallazgo sugiere que las imágenes frontales y las laterales no se percibieron como distintas a través de esta técnica debido a que el cambio en la orientación no se detectó como un cambio en las características físicas del estímulo, principalmente en su dirección espacial. No obstante a través de la Resonancia Magnética funcional se ha reportado que dos regiones anatómicas, la corteza prefrontal ventromedial y la corteza somatosensorial, se activan de manera preferencial ante las expresiones de enojo intenso orientadas hacia el observador asociándose por tanto al efecto de autorelevancia antes mencionado (Grèzes et al, 2013).

Reconocimiento del enojo en los niveles de intensidad

De acuerdo a nuestros resultados, no se observa un efecto de modulación de las latencias o las amplitudes de los componentes de interés producido por la intensidad de la emoción, como se mencionó este hallazgo difiere del patrón lineal según el cual la amplitud aumenta conforme la emoción se torna más intensa (Sprengelmeyer & Jentzsch, 2006; Utama et al, 2009), dicha modulación de la amplitud se asocia al componente N170 y se ha detectado hasta ahora sólo en expresiones faciales. La tercera hipótesis no se apoya con nuestros resultados ya que no observamos cambios en la amplitud o latencia del componente N170.

Sin embargo, hay cierto grado de concordancia de nuestros resultados con la literatura. La sensibilidad de este componente hacia los estímulos emocionales es debatible ya que varios estudios sostienen que el N170 no se modula por la información emocional (Bentin et al, 1996; Bentin & Golland, 2002; Stekelenburg & de Gelder, 2004; Marzi et al, 2014). El efecto de la intensidad de la emoción ha sido detectado también por Grèzes et al (2013) en un estudio de RMf que exploró el lenguaje corporal de enojo, en el cual los niveles de intensidad del enojo modularon paramétricamente la función de la respuesta hemodinámica en regiones

anatómicas relacionadas a la percepción del enojo como la amígdala, el giro fusiforme, el surco temporal superior y la corteza premotora.

La ausencia de diferencias en los niveles de la emoción en la amplitud y la latencia puede deberse a la cantidad de eventos promediados y a que en el estudio que se empleó como referencia metodológica (Grèzes et al, 2013) se usaron estímulos dinámicos y no estáticos; al respecto estos autores proponen que debido a su diseño no es posible disociar sin ambigüedad si el efecto de modulación por la intensidad de la emoción detectado en regiones anatómicas involucradas con la observación de la acción como el giro fusiforme, el surco temporal superior y el área extraestriada del cuerpo (Sinke et al, 2010) es atribuible a la intensidad del enojo o bien al movimiento de los estímulos. Se requieren de más estudios que controlen los factores mencionados para clarificar estas cuestiones.

Observar imágenes de expresiones corporales neutras y de enojo permitió identificar a los componentes P1, N170 y de forma no esperada al componente N2pc. La presencia de este último componente sugiere que la dinámica temporal del reconocimiento del lenguaje corporal emocional se relaciona con un procesamiento temprano que inicia desde los ≈ 100 ms hasta los ≈ 300 ms posteriores a la presentación del estímulo. Detectar el P1 y el N170 puede asociarse a la localización y el reconocimiento de la expresión corporal, respectivamente. El N170 es considerado como un marcador de la etapa temprana de codificación estructural que implica la percepción a detalle del cuerpo (Stekelenburg & de Gelder; 2004). La presencia de ambos componentes podría apoyarse teóricamente en el modelo propuesto por de Gelder (2006) y de Gelder, Hortensius & Tamietto (2012) que plantea un circuito cortical encargado de la atención y la percepción a detalle cuyo correlato anatómico se constituye por el sistema frontoparietal encargado del reconocimiento de la acción y por el área extraestriada del cuerpo, el área fusiforme del cuerpo y el surco temporal superior involucrados en el reconocimiento corporal.

Identificar el componente N2pc no fue planteado en los objetivos del estudio, sin embargo no es una respuesta nueva dentro de los estudios de emociones. Se ha demostrado que el N2pc se asocia con procesos de atención selectiva relacionados con la orientación hacia estímulos biológicamente relevantes (Luck, Woodman & Vogel, 2000; Eimer & Holmes, 2007) tales como la amenaza implicada en el enojo (Holmes, Bradley, Nielsen & Mogg, 2009; Weymar et al, 2011). Este componente es sensible al movimiento relacionado con la orientación automática de la atención (Girelli & Luck, 2008), pese a que se emplearon estímulos estáticos es probable que el movimiento aparente implícito de cada nivel de enojo corresponda con la presencia del N2pc. Esto debido a que cada nivel de enojo se observa como distintos grados de movimiento de las extremidades, particularmente las manos y de la cabeza. Sin embargo esta hipótesis debe verificarse replicando esta parte del estudio y posteriormente mediante un diseño experimental específico que evalué la relación del N2pc con el movimiento y las expresiones corporales de emociones.

Se ha demostrado que el aumento en la amplitud de este componente es un indicador de la cantidad de atención dirigida hacia el procesamiento de estímulos relevantes contra aquellos irrelevantes (Eimer, 1996; Yao et al, 2013), lo cual podría explicar la mayor amplitud en el enojo severo en comparación con el nivel neutro en el electrodo Cz. Cabe recordar que dado que estas diferencias no son estadísticamente significativas únicamente sugieren la existencia de un procesamiento neural distinto para los estímulos no emocionales y el enojo en esta etapa del reconocimiento.

Diferencias en los componentes asociadas al género

Un aspecto de interés en el estudio de la percepción de las emociones es el papel de las diferencias de género, diversas investigaciones han señalado que las mujeres son más certeras en el reconocimiento de emociones (Campbell et al, 2002; Hampson, van Anders & Mullin, 2006; Whittle et al, 2011) particularmente de las emociones negativas (Schirmer et al, 2004; Sokolov et al, 2011) en comparación con los hombres.

Desde un abordaje electrofisiológico empleando la técnica de potenciales relacionados a eventos, dichas diferencias de género no han demostrado ser consistentes. De acuerdo a Campanella et al (2004) y Li et al (2008) los hombres y las mujeres son igualmente sensibles a la percepción de estímulos negativos, sin embargo las mujeres parecen dirigir más recursos atencionales hacia estímulos negativos poco intensos y hacia estímulos positivos, lo cual se refleja en latencias más cortas y amplitudes más amplias en los componentes N2 y P3b. No obstante, estos efectos en los componentes relacionados al género no son una constante (Kret & de Gelder, 2012), en lo que respecta a los estudios de PRE centrados en el lenguaje corporal emocional hasta ahora no se han reportado diferencias asociadas al género (Stekelenburg & de Gelder, 2004; Meeren et al, 2005; Van Heijnsbergen et al, 2007; Jessen & Kotz, 2011; Grezes et al, 2013; Proverbio et al, 2014). En correspondencia con la literatura, en el presente estudio el género no representó una variable que produjera diferencias estadísticamente significativas en los componentes P1, N170 o N2pc, aún en aquellos estímulos neutros o con intensidad leve o media.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

El interés en la exploración del procesamiento del lenguaje corporal emocional no es irrelevante ni fortuito, por el contrario, constituye una vía o modalidad que aporta información valiosa posibilitando el reconocimiento de las emociones, lo cual es indispensable ya que permite la adecuada interacción social (Kappas, 2002). El presente estudio planteo como objetivo explorar las características electrofisiológicas de la dinámica temporal relacionadas a la observación del lenguaje corporal con imágenes neutras y de enojo en distintas orientaciones en adultos sanos mediante potenciales relacionados a eventos, al respecto y de acuerdo a nuestros resultados podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. La latencia en el componente P1 permitió distinguir el procesamiento de estímulos con contenido emocional.
2. Las imágenes difusas requieren menos recursos que las que contienen expresiones corporales de enojo.
3. La orientación del cuerpo no se relaciona con el efecto de autorrelevancia ni con diferencias en procesamiento visuoespacial de las expresiones corporales de enojo.
4. El componente P1 y N170 en expresiones corporales se comportan de forma similar a los reportados en expresiones faciales emocionales, lo que apoya la similitud entre ambos tipos de procesamiento en cuanto a su dinámica temporal.
5. El componente N2pc propone el factor atención selectiva hacia el movimiento en el procesamiento de emociones.

La presente investigación constituye un estudio piloto así como una primera aproximación a un tópico no explorado mediante electroencefalografía. El empleo de la técnica de potenciales relacionados a eventos en el estudio de las emociones

permite medir un proceso mental milisegundo por milisegundo aún en ausencia de una respuesta manifiesta (Luck, Woodman & Vogel, 2000), lo cual elimina el factor de confusión del reporte verbal, es decir, que el participante perciba la emoción pero no sea capaz de categorizarla verbalmente, o bien, tarde mucho en hacerlo.

Se requiere de más estudios para determinar si los componentes que se identificaron en esta investigación son robustos y consistentes en la percepción del lenguaje corporal de enojo y si se extienden al resto de las emociones. Continuar el estudio del lenguaje corporal emocional a través de la técnica de potenciales relacionados a eventos permitiría caracterizar los valores normales así como los intervalos de confianza en una población de adultos sanos, los cuales podrían emplearse como valores objetivos para evaluar el nivel de reconocimiento de las emociones. Si los componentes probaran ser consistentes podrían ser empleados como indicadores electrofisiológicos con posible aplicación en poblaciones clínicas en las cuales se han reportado alteraciones en el reconocimiento de emociones negativas, es decir, en pacientes con enfermedad de Parkinson (Assogna, 2008; Ariatti, Benuzzi & Nichell, 2008, Gray & Tickle, 2010) y en pacientes con alexitimia, un estado clínico asociado a diversos trastornos caracterizados por un funcionamiento social bajo caracterizado por dificultades en identificar, diferenciar y expresar verbalmente las emociones así como por la presencia de una pobre expresión no verbal (Prkachin et al, 2009; Grynberg et al, 2012).

Sugerencias y observaciones

En el presente estudio se extrapoló el diseño empleado por Grèzes et al, (2013) con el fin de explorar la dinámica temporal de las expresiones corporales. A partir de este diseño se sugieren dos posibles modificaciones que pueden contribuir al estudio exploratorio de las expresiones corporales de enojo. La primera sugerencia es emplear un diseño factorial de 2 x 2, donde los factores sean la orientación (lateral vs frontal) y la emoción (neutro vs enojo) sin graduarla en distintos niveles, permitiendo explorar la autorelevancia así como la emoción. La segunda sugerencia es emplear un diseño factorial de 2 x 4, donde los factores sean la

orientación en dos niveles (lateral vs frontal) y los distintos niveles de emoción con cuatro niveles (neutro vs enojo leve, moderado, severo), mediante este diseño es posible explorar la autorelevancia así como el efecto de modulación debido a la intensidad del enojo. Ambas sugerencias permiten reducir el número de condiciones de 16 a cuatro u ocho condiciones respectivamente, brindando un análisis menos complejo que el empleado en este estudio, así mismo teóricamente en ambos diseños deberían ser visibles los mismos componentes.

Cabe notar que en las sugerencias se eliminan los estímulos difusos, lo cual permite aumentar el número de promediaciones de los eventos de las condiciones de interés reemplazando los eventos control por los eventos experimentales. Es importante mencionar que en el diseño empleado en el presente estudio no era factible hacer esta adecuación debido a que era necesario mantener la misma frecuencia en la cantidad de eventos experimentales y eventos control debido a que el sistema visual exhibe adaptación por la duración y la repetición de un estímulo, lo que podría haber sesgado los resultados (Luck, 2004).

Asimismo, con el fin de mantener un control más estricto en los criterios de exclusión de la muestra se sugiere añadir escalas para la detección de rasgos de ansiedad y alexitimia, así como una escala de depresión para población no geriátrica con las cuales puedan reforzarse los datos recabados durante la historia clínica, dichos rasgos de la personalidad deben tomarse en cuenta al explorar la condición clínica de los participantes (Campanella et al, 2012).

REFERENCIAS

- Adler, RS; Rosen, B; Silverstein, EM. (1998) Emotions in Negotiation: How to Manage Fear and Anger Negotiation Journal 161-179
- Adolphs, R. (2001) The neurobiology of social cognition. *Current Opinion in Neurobiology* 11: 231–239
- Adolphs, R. (2002) Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology* 12(2): 169-177
- Adolphs, R. (2003) Cognitive neuroscience of human social behavior. *Nature Reviews Neuroscience* 4:165-178
- Allegri, R. F., Ollari, J. A., Mangone, C. A., Arizaga, R. L., De Pascale, A., Pellegrini, M., Taragano, F. E. (1999). El “Mini Mental State Examination” en la Argentina: instrucciones para su administración. *Revista Neurológica Argentina*, 24(1): 31-35.
- Almeida, O; Almeida, S. (1999) Short versions of the geriatric depression scale: A study of their validity for the diagnosis of a major depressive episode according to ICD-10 and DSM-IV. *Int. J. Geriat. Psychiatry* 14: 858-865.
- Armony, JL; Trejo-Martínez, D; Hernández, D. (2012) Resonancia Magnética Funcional (RMf): Principios y aplicaciones en Neuropsicología y Neurociencias Cognitivas. *Revista Neuropsicología Latinoamericana* 4. (2): 36-50.
- Assogna, F; Pontieri, F.E; Caltagirone, C; Spalletta, G. (2008) The recognition of facial emotion expressions in Parkinson's disease. *European Neuropsychopharmacology* 18: 835–848
- Ariatti, A; Benuzzi, F; Nichelli, P. (2008) Recognition of emotions from visual and prosodic cues in Parkinson's disease *Neurol Sci* 29:219–227

- Batty, M; Taylor, M. (2003) Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research* 17: 613–620
- Banse, R., Scherer, K.R. (1996). Acoustic profiles in vocal emotion expression. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70:614–636.
- Blair, R; Morris, J; Frith,D; Perrett, D; Dolan, R.(1999) Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger. *Brain* 122:883–893
- Bentin, S; Allison, T; Puce, A; Perez, E; McCarthy, G. (1996) Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. *J Cogn Neurosci*. 8(6): 551–565
- Bentin, S; Golland, Y. (2002) Meaningful processing of meaningless stimuli: The influence of perceptual experience on early visual processing of faces. *Cognition* 86: B1–B14
- Brosch, T; Sander, D; Pourtois, G; Scherer, K. (2008) Beyond Fear: Rapid spatial orienting toward positive emotional stimuli *Psychological Science* 19: 362-370
- Campanella S, Falbo L, Rossignol M, Grynberg D, Balconi M, Verbanck P, Maurage P. (2012) Sex differences on emotional processing are modulated by subclinical levels of alexithymia and depression: a preliminary assessment using event-related potentials. *Psychiatry Res*. 15; 197(1-2):145-53.
- Campbell, R, Elgar, K, Kuntsi, J, Akers, R, Terstegge, J, Coleman, M; Skuse, D (2002) The classification of 'fear' from faces is associated with face recognition skill in women. *Neuropsychologia*, 40 (6): 575 – 584
- Carver, CS, Harmon, E. (2009) Anger Is an Approach-Related Affect: Evidence and Implications *Psychological Bulletin* 135 (2): 183–204
- Copeland, JR; Abou-Saleh, MT; Blazer, DG. (2002) Principles and Practice of Geriatric Psychiatry. UK: Wiley & Sons Ltd

- Cockrell, J., Folstein, M. (2002). Mini-mental state examination. *Principles and practice of geriatric psychiatry*, 140-141.
- Damasio, A. (1996) El error de Descartes. Barcelona: Crítica
- Davis, M., Whalen, P. J. (2001). The amygdala: Vigilance and emotion. *Molecular Psychiatry*, 6: 13–34.
- Darwin, C. (1872) The expression of the emotions in man and animals. London: John Murray.
- de Gelder, B; Bertelson, P. (2003) Multisensory integration, perception and ecological validity. *Trends Cogn. Sci.* 7: 460–467
- de Gelder, B., Snyder, J., Greve, D., Gerard, G., Hadjikhani, N. (2004) Fear fosters flight: a mechanism for fear contagion when perceiving emotion expressed by a whole body. *PNAS* 101: 16701–16706
- de Gelder, B; Hadjikhani, N. (2006) Non-conscious recognition of emotional body language *Neuroreport* 17(6): 583- 586
- de Gelder, B. (2006). Towards the neurobiology of emotional body language. *Nature Reviews Neuroscience* 7(3) 242-249
- de Gelder, B. (2009) Why bodies? Twelve reasons for including bodily expressions in affective neuroscience *Phil. Trans. R. Soc. B* 364: 3475-3484
- de Gelder, B; Hortensius, R; Tamietto, M. (2012) Attention and awareness each influence amygdala activity for dynamic bodily expressions—a short review. *Frontiers in Integrative Neuroscience* 6 (54): 1-9
- de Gelder, B; Terburg, D; Morgan, B; Hortensius, R; Stein, D; van Honk, J. (2014) The role of human basolateral amygdala in ambiguous social threat perception. *Cortex* 52: 28-34

- Downing, P; Jiang, Y; Shuman, M; Kanwisher, N. (2001) A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, 293: 2470- 2474
- Ekman, P., Sorenson, E. R., Friesen, W. V. (1969). Pancultural elements in facial displays of emotions. *Science* 164:86-88
- Ekman, P; Friesen, W. (1971) Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology* 17 (2): 124-129
- Ekman, P; Friesen, WV (1986) A new pan-cultural facial expression of emotion. *Motivation and Emotion* 10:159-168
- Ekman, P., Friesen, W. V., O'Sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider, K., Krause, R, LeCompte, W; Pitcairn, T; Ricci-Bitti, P; Scherer, K; Tomita, M; Tzavaras, A (1987). Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of personality and social psychology*, 53(4): 712- 717
- Ekman, P; Heider, K. (1988) The universality of a contempt expression: A replication. *Motivation and emotion* 12 (3): 303-308.
- Ekman, P. (1989). The argument and evidence about universals in facial expressions of emotion. In Wagner, H; Manstead, A. (Eds) *Handbook of social psychophysiology*. Chichester: Wiley pp 143-164
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion* 6: 169–200.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American psychologist* 48(4): 384-392
- Ekman, P.; Davidson, R (1994) The nature of emotion: Fundamental questions. *Series in affective science*. NY: Oxford University Press.

- Ekman, P. (1999) Facial expressions. *Handbook of cognition and emotion* 53: 226-232.
- Ekman, P; Cordaro, D. (2011) What is Meant by Calling Emotions Basic. *Emotion Review* 3 (4):364-370
- Eimer, M. (1996) The N2pc component as an indicator of attentional selectivity *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 99: 225-234
- Eimer, M. (2000) The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *NeuroReport*. 11 (10): 2319- 2324
- Eimer, M., Holmes, A. (2002) An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport* 13: 427–431.
- Eimer, M.; Mazza, V. (2005) Electrophysiological correlates of change detection. *Psychophysiology*, 42: 328–342
- Eimer, M; Holmes, A. (2007) Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia* 45:15–31
- Eimer, M; Kiss, M. (2007) Attentional capture by task-irrelevant fearful faces is revealed by the N2pc component. *Biological Psychology* 74:108–112
- Feldmann, T; Schmidt, M; Schubo, A. (2011) Neural evidence for the threat detection advantage: Differential attention allocation to angry and happy faces. *Psychophysiology*, 48: 697–707
- Fernández, M; Andrade, C; Molina, J; Muñoz, P; Carretero, B; Rodríguez, M; Silva, A. (2002) Validation of the Spanish version of the geriatric depression scale (GDS) in primary care. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 17(3):279–287
- Fichtenholtz, HM; Hopfinger, JB; Graham, R; Detwilerd, JM; LaBard, K. (2009) Event-related potentials reveal temporal staging of dynamic facial expression

and gaze shift effects on attentional orienting. *Social Neuroscience* 4(4): 317-331

Fischer, A; Manstead, A. (2008) Social Functions of Emotion en *Handbook of emotions*. Ed. Lewis, M; Haviland-Jones, J; Feldman, L. Guilford Press: New York pp. 456- 468

Folstein, MF; Folstein, S.; McHugh, P. (1975) Mini Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiat.* 12: 189-198.

Fox, E; Lester, V; Russo, R; Bowles, RJ; Pichler, A; Dutton, K. (2000) Facial expressions of emotion: are angry faces detected more efficiently? *Cognition and Emotion* 14 (1): 61-92

Frühholz, S; Trost, W; Grandjean, D. (2014) The role of the medial temporal limbic system in processing emotions in voice and music. *Progress in Neurobiology* 123: 1–17

Gainotti, G. (2012) Unconscious processing of emotions and the right hemisphere. *Neuropsychologia* 50: 205– 218

Garrido MI, Kilner JM, Stephan K, Friston, KJ (2009) The mismatch negativity: A review of underlying mechanisms. *Clin Neurophysiol.* 120(3): 453–463.

Girelli, M; Luck, S. (2008) Are the same attentional mechanisms used to detect visual search targets defined by color, orientation, and motion? *Journal of Cognitive Neuroscience* 9 (2): 238-253

Gluga, T; Dehaene,G. (2005) Structural encoding of body and face in human infants and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience* 17:1328–1340.

Gray, H; Tickle-Degnen, L. (2010) A meta-analysis of performance on emotion recognition tasks in Parkinson's disease. *Neuropsychology* 24 (2): 176–191

- Grèzes, J; Pichon, S; de Gelder, B. (2007) Perceiving fear in dynamic body expressions. *NeuroImage* 35: 959–967
- Grezes, J; Adenis MS; Pouga, L; Armony, J. (2013) Self-relevance modulates brain responses to angry body expressions *Cortex* 49:2210-222
- Grynberg, D., Chang, B., Berthoz, S., Corneille, O., Maurage, P., Vermeulen, N., Luminet, O. (2012). Alexithymia and the Processing of Emotional Facial Expressions (EFEs): Systematic Review, Unanswered Questions and Further Perspectives. *PLoSone* 7(8): e42429
- Gu, Y; Mai, X; Luo, Y. (2013) Do Bodily Expressions Compete with Facial Expressions? Time Course of Integration of Emotional Signals from the Face and the Body *PLoS ONE* 8(7): e66762
- Hadjikhani N, de Gelder, B. (2003) Seeing fearful body expressions activates the fusiform cortex and amígdala. *Current Biology* 13: 2200-2204
- Hajcak, G; MacNamara, A. (2010) Event-Related Potentials, emotion, and emotion regulation: an integrative review *Developmental Neuropsychology*, 35(2):129–155
- Hall, J.A. (1978). Gender effect in decoding nonverbal cues. *Psychological Bulletin* (85): 845–857.
- Hampson, E., van Anders, S. M., Mullin, L. I. (2006). A female advantage in the recognition of emotional facial expressions: Test of an evolutionary hypothesis. *Evolution and Human Behavior* 27(6): 401–416.
- Handy, T; Soltani, M; Mangun, G. (2001) Perceptual load and visuocortical processing: Event-related Potentials reveal sensory-level selection. *Psychological Science*. 12 (3): 213-218

- Haxby, JV; Hoffman, EA; Gobbini, MI. (2000) The distributed human neural system for face perception *Trends in Cognitive Science* 4 (6): 223-232
- Haxby, JV; Hoffman, EA; Gobbini, MI. (2002) Human neural systems for face recognition and social communication *Biol Psychiatry* 51:59–67
- Herrmann, A.; Ehlis, C; Ellgring, H; Fallgatter, AJ. (2005) Early stages (P100) of face perception in humans as measured with event-related potentials (ERPs) *Journal of Neural Transmission*.112 (8): 1073-1081
- Hillyard SA, Anllo-Vento L. (1998) Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proc Natl Acad Sci* 95(3):781–787.
- Holmes, A; Bradley, B; Nielsen, K; Mogg, K. (2009) Attentional selectivity for emotional faces: Evidence from human electrophysiology. *Psychophysiology*, 46:62–68.
- Hoffman, EA; Haxby, JV. (2000) Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience* 3:80 - 84
- Itier, R; Taylor, M. (2004) N170 or N1? Spatiotemporal Differences between Object and Face Processing Using ERPs. *Cerebral Cortex* 14:132–142.
- Ishai, A; Schmidt, CF; Boesige, P. (2005) Face perception is mediated by a distributed cortical network. *Brain Research Bulletin* 67: 87–93
- Izard, C.E. (1992). Basic emotions, relations among emotions, and emotion-cognition relations. *Psychological Review*, 99: 561–565.
- Izard, C.E. (1994). Innate and universal facial expressions: Evidence from developmental and cross-cultural research. *Psychological Bulletin*, 115: 288–299.

- James, T; Huh, E; Kim, S. (2010) Temporal and spatial integration of face, object, and scene features in occipito-temporal cortex *Brain and Cognition* 74: 112–122
- Jessen, S; Kotz, S. (2011) The temporal dynamics of processing emotions from vocal, facial, and bodily expressions. *NeuroImage* 58: 665–674
- Kanwisher, N; Yovel, G. (2006) The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. *Phil. Trans. R. Soc.* 361: 2109–2128
- Kappas, A. (2002) The science of emotion as a multidisciplinary research paradigm. *Behavioural Processes* 60: 85-98
- Keltner, D; Haidt, J. (1999) Social functions of emotions at four levels of analysis. *Cognition and Emotion* 13: 505-521
- Kotz, S.A., Kalberlah, C., Bahlmann, J., Friederici, A.D., Haynes, J.D. (2012) Predicting vocal emotion expressions from the human brain. *Hum. Brain Mapp.* 34:1971-198
- Kutas, M; Dale, A. (1997). Electrical and magnetic readings of mental functions. In M. D. Rugg (Ed.), *Cognitive neuroscience* Hove, East Sussex: Psychology Press pp 197–242
- Kret, ME; Pichon, S; Grèzes, J; de Gelder, B. (2011) Similarities and differences in perceiving threat from dynamic faces and bodies. An fMRI study. *NeuroImage* 54: 1755–1762
- Kret, ME; de Gelder, B. (2012) A review on sex differences in processing emotional signals. *Neuropsychologia* 50: 1211– 1221
- Kret, ME; de Gelder, B. (2013) When a smile becomes a fist: the perception of facial and bodily expressions of emotion in violent offenders. *Exp Brain Res* 228:399–410

- LeDoux, J. (1996) *The emotional brain*. Nueva York: Simon & Schuster.
- Lemerise, E; Arsenio, W. (2000) An integrated model of emotion processes and cognition in social information processing. *Child Development* 71(1): 107-118
- Luck, S; Woodman, F; Vogel, E. (2000) Event-related potential studies of attention. *Trends in Cognitive Science* 4 (11): 432-440
- Luck, S. (2004) Ten simple rules for designing ERP experiments. In: Handy TC, editor. *Event-related Potentials: A Methods Handbook*. Cambridge, MA: MIT Press pp 17-32
- Marzi, T; Righi, S; Ottonello, S; Cincotta, M; Viggiano, MP. (2014) Trust at first sight: evidence from ERPs *Soc Cogn Affect Neurosci* 9 (1): 63-72.
- Maurer, D; Le Grand, R; Mondloch, C. (2002) The many faces of configural processing. *TRENDS in Cognitive Sciences* 6(6): 255- 260
- McHugh, JE; McDonnell, R; O'Sullivan, C; Newell, F. (2010) Perceiving emotion in crowds: the role of dynamic body postures on the perception of emotion in crowded scenes *Exp Brain Res* 204:361–372
- Meeren, H; van Heijnsbergen, C; de Gelder, B. (2005) Rapid perceptual integration of facial expression and emotional body language. *PNAS* 102(45): 16518–16523
- Montorio, I; Izal, M. (1996) The Geriatric Depression Scale: A Review of Its Development and Utility *International Psychogeriatrics* 8(1): 103-112
- Näätänen R. (2000) Mismatch negativity (MMN): perspectives for application. *Int J Psychophysiol.* 37(1):3-10
- Nesse, RM (1990) Evolutionary explanations of emotions. *Human Nature* 1 (3): 261-289

- Nesse, RM; Ellsworth, P. (2009) Evolution, Emotions, and Emotional Disorders. *American Psychological Association* 64 (2): 129–139
- Nomi, J; Candiceb, F; Nguyen, M; Bastidas, S; Troup, L. (2013) Interaction of threat expressions and eye gaze: an event-related potential study *Neuroreport*. 24 (14):813–817
- Otten LJ, Rugg MD. (2004) Interpreting event-related brain potentials. In: Handy TC, editor. *Event-related Potentials: A Methods Handbook*. Cambridge, MA: MIT Press pp 3-16
- Panksepp, J. (2001) The Neuro-Evolutionary cusp between emotions and cognitions. *Evolution and Cognition* 7 (2): 141- 163
- Parmelee, P.; Katz, I. R. (1990). Geriatric depression scale. *Journal of the American Geriatrics Society*. 38 (12): 1379.
- Pichon, S; de Gelder, B; Grèzes, J. (2008) Emotional modulation of visual and motor areas by dynamic body expressions of anger *Social Neuroscience* 3 (3-4): 199-212
- Pichon, S; de Gelder, B; Grèzes, J. (2009) Two different faces of threat. Comparing the neural systems for recognizing fear and anger in dynamic body expressions *NeuroImage* 47:1873–1883
- Prado, A; Rios, M; Hernandez, JA; Bargallo, A; Calvo, M. (2008) Resonancia Magnetica I. RM funcional. En *Neuroimagen: Técnicas y procesos cognitivos*. España: Elsevier Masson
- Prkachin, G.C., Casey, C., Prkachin, K.M. (2009). Alexithymia and perception of facial expressions of emotion. *Personality and Individual Differences* (46): 412-417

- Proverbio AM, Calbi M, Manfredi, M, Zani A. (2014) Comprehending body language and mimics: an ERP and neuroimaging study on Italian actors and viewers. *PLoS One*. 7;9(3):e91294
- Righart, R; de Gelder, B. (2008) Rapid influence of emotional scenes on encoding of facial expressions: an ERP study *SCAN* 3: 270–278
- Sauter, DA; Eisner, F; Ekman, P; Scott, SK. (2010) Cross-cultural recognition of basic emotions through nonverbal emotional vocalizations. *PNAS* 107(6): 2408–2412
- Sbattella, L; Colombo, L; Rinaldi, C; Tedesco, R; Matteucci, M; Trivilini, A. (2014) Extracting emotions and communication styles from prosody. *Lecture Notes in Computer Science*, 21-42
- Scherer, K.R. (1996). Adding the affective dimension: a new look in speech analysis and synthesis. In: *Proceedings of the 4th International Conference of Spoken Language Processing*. 1808—1811
- Schirmer, A., Zysset, S., Kotz, S.A., Cramon, D.Y. (2004) .Gender differences in the activation of inferior frontal cortex during emotional speech perception. *NeuroImage* (21):1114- 1123
- Sinke, C.B.A.; Sorger, B.; Goebel, R; de Gelder, B. (2010) Tease or threat? Judging social interactions from bodily expressions *NeuroImage* 49: 1717–1727
- Skelly, LR; Decety, J. (2012) Passive and Motivated Perception of Emotional Faces: Qualitative and Quantitative Changes in the Face Processing Network. *PLoS ONE* 7(6): e40371
- Sprengelmeyer, R; Rausch, M; Eysel, U; Przuntek, H. (1998) Neural structures associated with recognition of facial expressions of basic emotions. *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 1927-1931

- Sprengelmeyer, R; Jentzsch, I. (2006). Event related potentials and the perception of intensity in facial expressions *Neuropsychologia* 44:2899–2906
- Stekelenburg, J; de Gelder, B. (2004) The neural correlates of perceiving human bodies: an ERP study on the body-inversion effect *NeuroReport* 15 (59): 777-780
- Stienen BMC, Tanaka A, de Gelder B (2011) Emotional Voice and Emotional Body Postures Influence Each Other Independently of Visual Awareness. *PLoS ONE* 6(10): e25517
- Sokolov, A; Krüger, S; Enck, P; Krägeloh-Mann, I; Pavlova, M. (2011) Gender affects body language reading. *Front Psychol.* 2 (16): 1-6
- Tracy JL, Robins RW (2008) The nonverbal expression of pride: evidence for cross-cultural recognition. *J Pers Soc Psychol* 94:516-530.
- Tracy, J.L., Randles, D., Steckler, C.M. (2015) The nonverbal communication of emotions *Current Opinion in Behavioral Sciences* 3:25-30
- Utama,N, Takemoto,A;Koike, Y; Nakamura, K. (2009). Phased processing of facial emotion: An ERP study. *Neuroscience Research* 64: 30–40
- Valdés, B; Aguado, L; Fernández, M; Romero, V; Diégue, T. (2014) Following the time course of face gender and expression processing: A task-dependent ERP study *International Journal of Psychophysiology* 92: 59–66
- Van de Riet, W; Grèzes, J; de Gelder, B. (2009) Specific and common brain regions involved in the perception of faces and bodies and the representation of their emotional expressions *Social Neuroscience* (4)2:101-120
- Van den Stock, J; Righart, R; de Gelder, B. (2007) Body expressions influence recognition of emotions in the face and voice *Emotion* 7 (3): 487–494

- Van Heijnsbergen, C; Meeren, H; Grèzes, J; de Gelder, B. (2007) Rapid detection of fear in body expressions, an ERP study. *Brain Research* 1186: 233-242
- Visch, V; Goudbeek, MB; Mortillaro, M (2014) Robust anger: Recognition of deteriorated dynamic bodily emotion expressions, *Cognition and Emotion*, 28 (5): 936-946
- Vuilleumier, P; Armony, JL; Driver, J; Dolan, RJ. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An event-related fMRI study. *Neuron* 30: 829–841
- Weymar, M; Löw, A; Öhman, A; Hamm, A. (2011) The face is more than its parts — Brain dynamics of enhanced spatial attention to schematic threat. *NeuroImage* 58: 946–954
- Whittle, S; Yücela, M; Yapa, M; Allena, N (2011) Sex differences in the neural correlates of emotion: Evidence from neuroimaging. *Biological Psychology* 87: 319– 333
- Yao, S; Ding, C; Qi, S; Yang, D. (2013) The “anger superiority effect” in the discrimination task is independent of temporal task demands *Neuroscience Letters* 548: 275– 279