



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales**

**"Relación entre la atención y la inhibición ante expresiones emocionales en adolescentes.  
Estudio Electrofisiológico"**

Tesis  
que para obtener el grado de  
**LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

Presenta:  
**Arturo Arvizu Oviedo**

Comité tutorial:  
**Dr. Luis Ángel Llamas Alonso (Director)**  
Dra. Sandra Lucía Quiñones Beltrán (Sinodal)  
Dra. Jennifer Gómez Gloria (Sinodal)  
Dr. Roberto Vladimir Huerta Chávez (Sinodal)  
Dra. Julieta Ramos Loyo (Sinodal)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE  
CAMPUS ENSENADA.

**“Relación entre la atención y la inhibición ante expresiones emocionales en  
adolescentes. Estudio electrofisiológico”**

TESIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA

**ARTURO ARVIZU OVIEDO**

**MATRICULA: 368355**

A quien el Comité de Tesis Autoriza el trabajo terminal, después de haber efectuado una revisión minuciosa del mismo y de acuerdo al Art,19 del R.G.E.P.E.P., las y los señores profesores emiten los siguientes votos aprobatorios mediante firma autógrafa:

Dr. Luis Ángel Llamas Alonso

**DIRECTOR**

Dra. Sandra Lucía Quiñones Beltrán

**SINODAL**

Dra. Jennifer Gómez Gloria

**SINODAL**

Dr. Roberto Vladimir Huerta Chávez

**SINODAL**

Dra. Julieta Ramos Loyo

**SINODAL**

**“Por la Realización Plena del Ser”**

**6 de noviembre de 2025**

## **Agradecimientos**

Al Dr. Luis Ángel Llamas Alonso, por su mentoría a lo largo de mi formación universitaria, gracias a la cual considero que me he convertido en un mejor profesionalista y una mejor persona. Agradezco profundamente su paciencia, su buen humor y la calidez humana que siempre lo caracteriza, cualidades que me hicieron sentir cómodo y en confianza para desarrollarme plenamente como estudiante. Para mí es un orgullo haber sido su alumno, y espero con entusiasmo el día en que podamos colaborar como colegas y amigos.

A la Dra. Julieta Ramos Loyo, por darme la confianza de trabajar con los datos de su laboratorio y brindarme la oportunidad de incursionar en el fascinante campo de la electrofisiología. Su apertura y apoyo significaron un impulso invaluable para mi desarrollo académico.

Al Dr. Vladimir Huerta Chávez, por su valiosa asesoría en el manejo de MATLAB y el análisis de los datos, así como por su constante disposición para ayudarme durante los distintos congresos en los que coincidimos. Sin su orientación y apoyo, este trabajo no habría sido posible.

A la Dra. Sandra Lucía Quiñones Beltrán, por alentarme siempre a expandir mis horizontes dentro de la psicología y las neurociencias, recordándome la importancia de mantener una mirada sensible hacia las necesidades sociales y humanas.

A la Dra. Jennifer Gómez Gloria, por sus valiosos comentarios y aportes a lo largo de este proceso, y por motivarme constantemente a seguir el camino de la excelencia académica.

A la Mtra. Elizabeth Gómez Solís, por sus enseñanzas a lo largo de la carrera y por ser un ejemplo de integridad y compromiso. Su forma de actuar con firmeza moral y coherencia ha dejado en mí una huella profunda.

A mis padres Arturo y Maritza, por darme la vida y su apoyo incondicional en todas mis decisiones. Nada de esto habría sido posible sin ustedes. Gracias por acompañarme, preocuparse por mí y brindarme amor en cada etapa de mi vida. Espero algún día poder retribuirles, aunque sea un poco, todo lo que han hecho por mí.

A Emiliano y Noel por ser tan buenos hermanos. Les agradezco el enorme cariño que siempre me han dado desde que eran pequeños. Me siento orgulloso de ver como crecen y se convierten en personas de buen corazón.

A mi amigo Sergio, por siempre estar en las buenas y en las malas. Gracias por hacerme reír, por escucharme y por acompañarme en todo momento. Valoro profundamente tantos años de amistad.

A mi novia Andrea, por ser la mejor compañera de vida que pudiera desear. Desde que llegaste a mi vida solo la has llenado de cosas bellas. Me alegra mucho haber compartido esta etapa universitaria contigo, llena de crecimiento, aprendizaje y mucho amor. He aprendido tanto de ti y contigo, y me siento profundamente afortunado de haber recorrido este camino a tu lado. Gracias por acompañarme y brindarme tu apoyo incondicional a lo largo de la carrera y en este proyecto. Espero que sigamos creciendo juntos, compartiendo sueños y construyendo con amor todo lo que está por venir.

## Resumen

La adolescencia es una etapa crítica del desarrollo marcada por cambios biológicos, cognitivos y sociales que afectan el control de impulsos y emociones. En este periodo, los mecanismos de control cognitivo como la atención selectiva y la inhibición aún se encuentran en maduración, mientras que las respuestas emocionales se intensifican, lo que dificulta la regulación conductual. Comprender cómo se relacionan estos procesos podría ayudar a identificar perfiles de riesgo y diseñar intervenciones orientadas a mejorar la autorregulación emocional.

El presente estudio examinó la relación entre atención e inhibición ante expresiones emocionales, tanto a nivel conductual como electrofisiológico. Se evaluó a una población adolescente mediante dos paradigmas experimentales, *Oddball* (atención) y *Go/No-Go* (inhibición), con condiciones de sexo, alegría y enojo, registrando la amplitud del componente P3.

Los resultados mostraron que la emoción moduló el desempeño: el enojo generó más errores en ambas tareas y la alegría control inhibitorio que la condición neutra. Además, un mejor desempeño atencional predijo un mejor desempeño en la tarea de inhibición, lo que sugiere una interdependencia funcional entre ambos procesos. A nivel electrofisiológico, la amplitud del P3 fue mayor en la condición control que en enojo, y el P3 en la tarea *Oddball* predijo el P3 en *Go/No-Go*, lo que podría indicar un sustrato neural compartido. En conjunto, los hallazgos sugieren que la atención y la inhibición comparten mecanismos de control cognitivo que están aún en desarrollo y son modulados por la valencia emocional.

**Palabras clave:** Adolescencia, atención, inhibición, expresiones emocionales, P3, *Oddball*, *Go/No-Go*.

## Abstract

Adolescence is a critical developmental stage characterized by biological, cognitive, and social changes that affect impulse and emotional control. During this period, cognitive control mechanisms such as selective attention and inhibition are still maturing, while emotional responses intensify, making behavioral regulation more difficult. Understanding how these processes interact may help identify risk profiles and design interventions aimed at improving emotional self-regulation.

This study examined the relationship between attention and inhibition in response to emotional expressions at both behavioral and electrophysiological levels. An adolescent population was assessed using two experimental paradigms, *Oddball* (attention) and *Go/No-Go* (inhibition), under sex, happiness, and anger conditions, while recording P3 amplitude.

Results showed that emotion modulated performance: anger elicited more errors in both tasks, and happiness produced lower inhibitory control compared to the neutral condition. Moreover, better attentional performance predicted better inhibitory performance, suggesting a functional interdependence between these processes. At the electrophysiological level, P3 amplitude was greater in the neutral condition than in anger, and P3 in the *Oddball* task predicted P3 in the *Go/No-Go* task, which may indicate a shared neural substrate. Overall, the findings suggest that attention and inhibition share cognitive control mechanisms that are still developing and are modulated by emotional valence.

**Keywords:** Adolescence, attention, inhibition, emotional faces, P3, *Oddball*, *Go/No-Go*.

## Índice

<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Antecedentes</b> .....	4
<b>1. Adolescencia</b> .....	4
1.1 Desarrollo cognitivo y neural durante la adolescencia.....	5
1.2 Modelos teóricos del desbalance funcional cerebral en la adolescencia.....	7
<b>2. Procesamiento Emocional</b> .....	10
2.1 Reconocimiento emocional.....	12
2.1.1 Neurobiología del reconocimiento facial emocional.....	14
<b>3. Procesamiento Cognitivo</b> .....	16
3.1 Atención.....	17
3.1.1 Redes atencionales.....	18
3.1.2 Atención selectiva.....	20
3.2 Inhibición.....	21
3.2.1 Modelos teóricos del control inhibitorio.....	22
3.2.2 Bases neurales del control inhibitorio.....	23
3.2.3 Evaluación experimental del control inhibitorio.....	24
<b>4. Relación entre Procesos Cognitivos y Emocionales</b> .....	25
4.1 Atención selectiva en el procesamiento emocional.....	26
4.2 Control inhibitorio en el procesamiento emocional.....	30
4.3 Relación entre atención e inhibición: <i>Oddball</i> y <i>Go/No-Go</i> .....	33
<b>5. Potenciales Relacionados a Eventos (PREs)</b> .....	36
5.1 Componente P3.....	38
5.2 PREs y procesamiento emocional.....	40
5.2.1 PREs en el procesamiento emocional en tareas de atención ( <i>Oddball</i> ).....	41
5.2.2 PREs en el procesamiento emocional en tareas de inhibición ( <i>Go/No-Go</i> ).....	43

<b>III. Planteamiento del Problema</b> .....	44
<b>IV. Método</b> .....	49
<b>V. Resultados</b> .....	57
<b>VI. Discusión</b> .....	67
<b>VII. Conclusiones</b> .....	77
<b>VIII. Referencias Bibliográficas</b> .....	78

## I. Introducción

La adolescencia es una etapa crítica del desarrollo en la cual ocurren una serie de cambios biológicos, psicológicos y sociales que tendrán un impacto significativo en la definición de la vida adulta de la persona (Blakemore & Mills, 2014). Durante este periodo, los adolescentes exploran y aprenden de su entorno y sus pares, forman nuevas identidades y toman nuevos tipos de decisiones relacionadas con su autonomía personal, sus relaciones interpersonales y sus metas a futuro (Galván, 2021). La suma de estos cambios experimentados en la adolescencia la convierten en una etapa de adaptación, ajustes y vulnerabilidad, en la cual los cambios cerebrales desempeñan un papel determinante en la forma en que se procesan las experiencias emocionales y sociales (Llamas-Alonso et al., 2019).

Durante esta etapa, tiene lugar un proceso de maduración cerebral caracterizado por un desarrollo asincrónico entre las áreas límbicas subcorticales y las regiones prefrontales (Casey et al., 2008; Gogtay et al., 2004). Mientras las estructuras límbicas, vinculadas con la reactividad emocional, alcanzan una madurez temprana, las regiones prefrontales, implicadas en el control cognitivo, continúan en desarrollo (Casey et al., 2008; Steinberg et al., 2008). Este desbalance madurativo no solo incrementa la impulsividad y la vulnerabilidad a conductas de riesgo, sino que también influye en el funcionamiento de los procesos de control cognitivo, particularmente la atención y la inhibición, que son esenciales para regular la respuesta emocional (Ramos-Loyo et al., 2017; Perlman et al., 2014).

En este contexto, tanto la atención selectiva como la inhibición conforman procesos interdependientes dentro del control cognitivo, aunque operan en momentos distintos del procesamiento (Wrege et al., 2022; Zhao et al., 2023). La atención actúa de manera inicial, orientando los recursos hacia los estímulos más significativos, como las señales emocionales de los rostros, mediante la activación de redes frontoparietales (Corbetta & Shulman, 2002;

Vuilleumier & Huang, 2009). La inhibición, por su parte, regula la salida conductual al suprimir respuestas automáticas, apoyándose en circuitos frontoestriatales (Goldstein et al., 2007). Dicho de otro modo, la atención organiza la entrada y la inhibición controla la salida, procesos que resultan especialmente relevantes al enfrentar estímulos sociales de alta carga emocional, como las expresiones faciales.

En la adolescencia, las expresiones faciales adquieren una relevancia particular, al constituir señales sociales esenciales en la búsqueda de aprobación y pertenencia dentro del grupo de pares (Delios et al., 2023; Galván, 2021). La interpretación de estas expresiones no depende únicamente de la reactividad emocional, sino también del funcionamiento coordinado de los mecanismos de atención e inhibición que permiten filtrar, priorizar y modular la información emocional (Monachesi et al., 2023).

Se ha encontrado que tanto la inhibición de respuestas ante estímulos emocionales como el reconocimiento emocional presentan diferencias según el tipo de emoción. El procesamiento de estímulos asociados con amenazas potenciales, como el enojo, suele requerir una mayor participación de recursos neurales *bottom-up* y *top-down*, mientras que la alegría tiende a identificarse con mayor precisión desde edades tempranas y presenta menor dificultad para ser inhibida (Llamas-Alonso et al., 2020, 2022; Kestenbaum & Nelson, 1992; Chai et al., 2012). En los adolescentes, este patrón se asocia con un menor desempeño en tareas de atención e inhibición ante expresiones emocionales, respuestas más impulsivas y una mayor activación neurofisiológica observada mediante técnicas como la resonancia magnética funcional y el electroencefalograma (Somerville et al., 2011; Hare et al., 2008; Yuan et al., 2015).

El presente trabajo pretende estudiar la interacción de estos procesos cognitivos en adolescentes ante expresiones emocionales mediante los paradigmas conductuales *Oddball* y *Go/No-Go*, los cuales permiten evaluar la atención selectiva y la inhibición de respuesta,

respectivamente. Su estructura metodológica es prácticamente idéntica, de tal forma que ambas tareas cuentan con estímulos frecuentes e infrecuentes, siendo su única diferencia la instrucción que se da a los participantes. Por un lado, en la tarea atencional se solicita evaluar y seleccionar a través de una respuesta los estímulos de poca probabilidad de aparición, mientras que en la de inhibición se requiere evaluar e inhibir la respuesta motora ante los estímulos infrecuentes. Esta estructura permite hacer comparaciones y correlaciones válidas para el objetivo de estudio.

Una manera eficiente de evaluar los correlatos neurales de la atención y la inhibición en los paradigmas *Oddball* y *Go/No-Go*, es a través de la técnica de Potenciales Relacionados a Eventos (PREs). Dicha técnica permite evaluar la actividad eléctrica cerebral con una óptima resolución temporal y adecuada distribución espacial en la corteza cerebral (Huerta-Chávez et al., 2022). Tanto en tareas tipo *Oddball*, relacionadas a la atención selectiva, como en las tareas *Go/No-Go*, relacionadas a la inhibición, se ha estudiado principalmente, el componente P3 (Polich, 2007; Falkenstein et al., 1999). En tareas *Oddball*, este componente se ha asociado a la selección atencional, categorización de estímulos y la actualización de la memoria de trabajo, localizándose en regiones centro-parietales de la línea central. Por su parte, en tareas *Go/No-Go* se ha relacionado con el control inhibitorio ante el estímulo relevante, presentándose principalmente en áreas fronto-centrales (Polich, 2007).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue identificar si un mayor nivel de atención puede predecir una mejor inhibición de la respuesta preferente en adolescentes ante expresiones emocionales de alegría y enojo, tanto en el desempeño conductual como en el componente P3. Entender la interacción de estos mecanismos de control cognitivo y su base neurofisiológica podría contribuir al desarrollo de estrategias de intervención cognitivas para adolescentes enfocadas en la regulación emocional, la cual involucra procesos de control atencional voluntario y control inhibitorio. También, daría

información para identificar comportamientos que puedan ser predictivos de posibles dificultades de socialización y regulación conductual en la adultez.

## **II. Antecedentes**

### **1. Adolescencia**

La adolescencia es la etapa transicional del desarrollo situada entre la infancia y la adultez. Durante este periodo ocurren profundos cambios estructurales, fisiológicos, hormonales y sociales, a través de los cuales los individuos adquieren las capacidades físicas y psicológicas para asumir los roles y responsabilidades de los adultos (Ernest et al., 2006; Ramos-Loyo et al., 2017). El comienzo de esta etapa está pautado por el inicio de la pubertad; entre los nueve y once años de edad, mientras que su fin suele ubicarse alrededor de los veintiún años, cuando el individuo alcanza una autosuficiencia relativa (Rivero & Fierro, 2005; Blakemore & Mills, 2014). Sin embargo, algunos individuos experimentan cambios puberales de manera temprana, mientras que, otros se prolongan al final de la adolescencia, más allá de los veintiún años (Sun et al. 2024; Arnett, 2000). En esta ventana de tiempo, los jóvenes exploran y aprenden mediante la constante interacción con su entorno, la experimentación en las relaciones y los ensayos de prueba y error. Se forman nuevas identidades, se toman nuevos tipos de decisiones y se forman nuevos lazos sociales (Galván, 2021).

Debido a la interacción de factores sociales y madurativos, los adolescentes se caracterizan por tener un pobre control de impulsos, lo cual se ve reflejado en un aumento de las conductas de alto riesgo, tales como el abuso de drogas, los embarazos no deseados o la transmisión de enfermedades sexuales (Casey et al., 2008). La dificultad para regular su conducta se vuelve aún mayor para ellos cuando su pareja o sus pares están presentes, o cuando se involucran en situaciones con una gran carga emocional (Ramos-Loyo et al., 2017).

Estos cambios conductuales, cognitivos y emocionales que ocurren en la adolescencia dependen de ciertos mecanismos neurofisiológicos propios del desarrollo neuronal.

### **1.1 Desarrollo cognitivo y neural durante la adolescencia**

Si bien el cerebro alcanza aproximadamente el 90 % de su volumen total hacia los cinco años de edad, su desarrollo estructural continúa a lo largo de la infancia y la adolescencia (Lenroot & Giedd, 2006). Este proceso da lugar a cambios en la organización funcional que se reflejan en la conducta (Stiles & Jernigan, 2010). En particular, la transición de la adolescencia a la adultez se caracteriza por una mejora en las habilidades cognitivas de orden superior, así como por el refinamiento en la estructura y función de las regiones cerebrales que las sustentan (Larsen & Luna, 2018).

El cerebro está compuesto principalmente por cuerpos celulares de neuronas y tractos neuronales. Las neuronas se conectan entre sí a través de estos tractos, formando redes complejas que permiten el procesamiento de información, lo cual se manifiesta en funciones como la percepción, la cognición y la emoción (Llamas-Alonso et al., 2019). Dado que los seres humanos nacen con un exceso de conexiones sinápticas, a partir de los dos años comienza un proceso de eliminación selectiva: las conexiones que se utilizan se fortalecen, mientras que las que no se emplean se eliminan progresivamente durante la infancia y la adolescencia (Rauschecker & Marler, 1987; Giedd et al., 1999). Esto conlleva una reducción del volumen de materia gris en ciertas regiones cerebrales (Gogtay et al., 2004). Este proceso, conocido como poda sináptica, es un mecanismo de plasticidad que mejora la eficiencia y velocidad del procesamiento de información en las redes neuronales regionales (Luna, 2009).

Durante el desarrollo, la densidad de la materia gris muestra una trayectoria no lineal, caracterizada por un aumento previo a la pubertad seguido de una disminución posterior (Giedd et al., 1999; Sowell et al., 2001). Este fenómeno ocurre de forma

heterocrónica, ya que diferentes subregiones corticales maduran en distintos momentos. Las áreas asociadas con funciones básicas se desarrollan primero, mientras que aquellas implicadas en la función ejecutiva, la atención y la coordinación motriz maduran más tardíamente (Gogtay et al., 2004).

Paralelamente, tiene lugar la mielinización, un proceso mediante el cual los tractos nerviosos son recubiertos por células gliales que actúan como aislantes eléctricos (Luna, 2009). Esta cobertura incrementa la velocidad de transmisión de los impulsos nerviosos, lo que se traduce en un aumento de la materia blanca y en mejoras en la velocidad y eficiencia de las capacidades cognitivas (Giedd, 2008; Llamas-Alonso et al., 2019). La mielinización progresa de forma continua durante la adolescencia, aunque no de manera lineal ni uniforme, más bien, sigue un patrón complejo influido por diferencias regionales y prioridades del desarrollo cerebral (Wozniak & Lim, 2010; Grotheer et al., 2022). En consecuencia, la corteza prefrontal es la última región en completar este proceso (Giedd, 2004; Blakemore & Choudhury, 2006). Tanto la poda sináptica como la mielinización contribuyen al adelgazamiento cortical observado en el desarrollo y permiten configurar la conectividad cerebral hacia la forma adulta (Gogtay et al., 2004; Spear, 2013).

Adicionalmente, durante la adolescencia se produce un incremento abrupto en la densidad de receptores dopaminérgicos, los cuales se dividen en dos tipos: D1, de efecto excitatorio, que responden al aumento de dopamina facilitando respuestas de aproximación ante estímulos incentivadores; y D2, de efecto inhibitorio, que se activan ante una disminución dopaminérgica promoviendo respuestas de evitación (Damian et al., 2022). En esta etapa, la densidad de receptores D1 en la corteza prefrontal supera a la de los D2, una proporción que se invierte en la adultez. Esta predominancia de los receptores D1 interfiere con los sistemas de control y evaluación, conduciendo a una valoración deficiente de estímulos negativos y facilitando respuestas impulsivas y comportamientos extremos ante

estímulos recompensantes, como el consumo de sustancias (Berridge & Devilbiss, 2011; Damian et al., 2022; Ramos-Loyo et al., 2024).

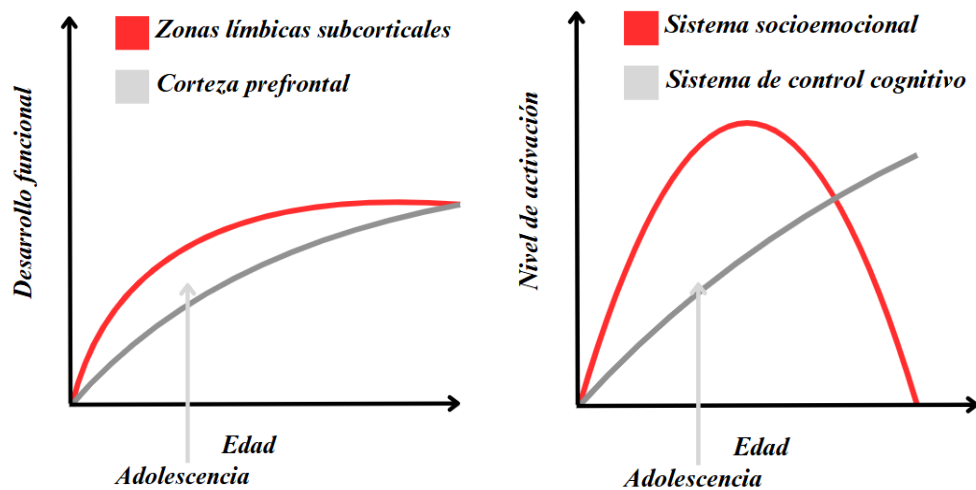
Por otro lado, también se desarrolla la red local GABAérgica en la corteza prefrontal, lo cual influye en la sensibilidad de los adolescentes frente a disrupciones ambientales. El funcionamiento de esta región depende de la interacción entre neuronas glutamatérgicas (excitatorias) y GABAérgicas (inhibitorias), moduladas por entradas neuronales de larga distancia (Lew & Tseng, 2014). En términos generales, la proyección prefrontal resulta de la suma de señales excitatorias e inhibitorias que afectan a las células piramidales, reguladas por una capa de neuromoduladores (Caballero et al., 2021). Esta relación de equilibrio entre excitación e inhibición se refina durante la adolescencia mediante un aumento en la función GABAérgica (Lew & Tseng, 2014; Caballero et al., 2021). Estas redes corticales inhibitorias interactúan con el circuito dopaminérgico de recompensa, moldeando los sistemas de control a gran escala y apoyando la transición hacia niveles adultos de control cognitivo (Luna et al., 2015).

## **1.2 Modelos teóricos del desbalance funcional cerebral en la adolescencia**

Los patrones de conducta característicos de la adolescencia como el pobre control de impulsos, fallas de regulación y la pobre toma de decisiones ante contextos emocionales se ha explicado a partir de la interacción entre circuitos cerebrales desde distintos modelos teóricos. Entre los más relevantes destacan el modelo de sistemas duales de Steinberg et al. (2008), y el modelo de desequilibrio madurativo de Casey et al. (2008) (Fig 1.).

El modelo de sistemas duales propone que las conductas de riesgo en la adolescencia se explican a partir de la interacción de dos sistemas neurobiológicos (Steinberg et al., 2008). El primero es el sistema socioemocional, altamente sensible a estímulos sociales y emocionales, y fundamental en el procesamiento de recompensas. Este sistema experimenta

una reorganización durante la pubertad, como resultado de los cambios hormonales, y se localiza en regiones límbicas y paralímbicas, tales como la amígdala, el estriado ventral, la corteza orbitofrontal, la corteza prefrontal medial y el surco temporal superior (Steinberg, 2007). El otro sistema es el de control cognitivo, encargado de la planeación, anticipación y autorregulación. Su desarrollo es en gran medida independiente a los cambios de la pubertad y continúa su desarrollo hasta la adultez temprana, y se compone por la corteza prefrontal lateral, la corteza parietal y aquellas partes de la corteza cingulada anterior a las cuales están conectadas (Steinberg, 2007).



**Figura 1.** Modelos teóricos del desbalance funcional cerebral en la adolescencia. A la izquierda, Casey et al. (2008); a la derecha, Steinberg et al. (2008).

Según este modelo, la toma de riesgos en la adolescencia es estimulada por un aumento rápido y pronunciado en la actividad dopaminérgica del sistema socioemocional durante la pubertad, lo que intensifica la búsqueda de recompensas (Steinberg et al., 2008). En situaciones emocionalmente intensas o en presencia de pares, la activación del sistema socioemocional puede atenuar la influencia reguladora del sistema de control cognitivo. En cambio, en contextos neutros, este último puede ejercer mayor control sobre la conducta. Con el tiempo, y a medida que el sistema de control cognitivo madura, se vuelve más capaz de

modular la reactividad del sistema socioemocional, incluso en situaciones emocionalmente estimulantes (Steinberg, 2007).

El modelo de desequilibrio madurativo, por su parte, coincide con el modelo de sistemas duales en considerar que la conducta adolescente se debe a la interacción entre regiones cerebrales subcorticales límbicas y regiones prefrontales responsables del control *top-down* (Casey et al., 2011). Ambos modelos concuerdan en que las estructuras subcorticales maduran más rápidamente que las prefrontales, lo que implica que, en situaciones de alta carga emocional, el sistema límbico ejerce una mayor influencia sobre la conducta que los sistemas de control corticales (Casey et al., 2008).

Sin embargo, el modelo del desequilibrio madurativo pone un mayor énfasis en los cambios cerebrales a nivel neuroquímico, estructural y funcional que ocurren durante el desarrollo. Estos cambios generan desbalances en los circuitos neuronales que pueden explicar las trayectorias no lineales de la conducta adolescente (Casey, 2015). Según Casey et al. (2016), estos cambios conductuales coinciden temporalmente con transformaciones en múltiples sistemas cerebrales: primero, se reorganizan las conexiones dentro de los circuitos límbicos subcorticales; luego, entre estos y las regiones corticales prefrontales; y finalmente, entre diferentes áreas corticales.

Por lo tanto, una diferencia fundamental entre ambos modelos radica en la forma en que conciben los mecanismos que modulan el desarrollo cerebral. El modelo de los sistemas duales tiende a presentar los sistemas socioemocionales y de control cognitivo como estructuras discretas y diferenciadas (Steinberg, 2007; Steinberg et al., 2008). En cambio, el modelo del desequilibrio madurativo se enfoca en las conexiones funcionales entre circuitos subcorticales y corticales, así como en la manera en que estas conexiones se reorganizan durante el desarrollo (Casey et al., 2019).

También difieren en cómo describen la trayectoria madurativa de estos sistemas. El modelo de los sistemas duales sostiene que la activación del sistema socioemocional está determinada por los cambios hormonales de la pubertad, lo que provoca un aumento en la búsqueda de recompensas durante la adolescencia temprana, seguido por una disminución en la adultez (Steinberg et al., 2008; Shulman et al., 2016). Desde esta perspectiva, los niveles de activación emocional son independientes del desarrollo del sistema de control cognitivo (Shulman et al., 2016). Por el contrario, el modelo del desequilibrio madurativo plantea que estos sistemas están interrelacionados: las conductas impulsivas en la adolescencia surgen del desbalance entre regiones subcorticales ya maduras y regiones prefrontales aún en desarrollo (Casey et al., 2008; Casey et al., 2011). La experiencia y la maduración progresiva favorecen una mayor conectividad funcional entre ambas, facilitando el desarrollo de mecanismos de control *top-down* que permiten la regulación de las emociones por parte de las regiones prefrontales (Casey et al., 2008).

Si bien, ambos modelos son simplificaciones de los complejos cambios neurobiológicos que ocurren durante la adolescencia; sirven como punto de partida para hacer una aproximación teórica a los procesos del neurodesarrollo.

## **2. Procesamiento emocional**

Las emociones son fundamentales para la supervivencia de la especie, ya que facilitan la comunicación, la interacción social y el mantenimiento de las relaciones interpersonales. Estas pueden definirse como respuestas fisiológicas y conductuales complejas ante eventos externos e internos que involucran sistemas cerebrales específicos (Damasio, 2000). Las emociones implican procesos neurobiológicos adaptativos relacionados con el procesamiento de la información, la homeostasis somática, el comportamiento y en algunos casos la comunicación social (Adolphs, 2010). Además, dirigen la conducta en función de si

un evento es placentero o displacentero, lo que permite satisfacer metas tanto a corto como a largo plazo (Ramos-Loyo, 2012).

Procesar emociones depende de la interacción compleja de diversos elementos, destacando en primer lugar, la capacidad para reconocer las expresiones emocionales mediante los sistemas sensoriales, especialmente el visual. El segundo elemento se relaciona con la experiencia emocional en sí misma, es decir, los sentimientos y pensamientos asociados a la emoción vivida. Otro elemento es la expresión de las emociones a través del lenguaje verbal y no verbal. Por último, se hace referencia a la regulación de la experiencia y la expresión de las emociones en función del contexto social (Ramos-Loyo, 2012).

En el estudio del procesamiento emocional, se han identificado las emociones básicas, consideradas expresiones universales presentes en todas las culturas humanas (Ekman et al., 1987). Estas emociones corresponden a estados afectivos discretos y diferenciables, definidos por patrones expresivos y fisiológicos específicos, que cumplen funciones adaptativas de origen evolutivo y cuya manifestación se encuentra modulada por el aprendizaje social y cultural (Ekman & Cordaro, 2011). Tradicionalmente, se incluyen en este grupo la alegría, la tristeza, el miedo, el enojo, la sorpresa y el asco (Ekman et al., 1987). Su expresión se sustenta en redes neuronales innatas que posibilitan la activación de configuraciones faciales particulares, aunque también se ve influenciada por normas culturales y experiencias sociales (Ekman, 1994).

Las expresiones faciales emocionales forman parte de un conjunto de respuestas coherentes que se presentan ante situaciones específicas y se vinculan con la experiencia emocional subjetiva (Ekman & Friesen, 1975, citado en Orozco-Díaz, 2023). Estas expresiones comunican información sobre los estados emocionales básicos de manera universal en los seres humanos, es decir, existen similitudes transculturales en su ejecución y

reconocimiento (Keltner et al., 2019). Por lo tanto, las expresiones emocionales básicas son los estímulos mayormente usados en la investigación del procesamiento emocional.

## **2.1 Reconocimiento emocional**

Las emociones se expresan principalmente a través del rostro, lo que lo convierte en el estímulo visual más importante para la interacción humana (Taylor et al., 2004; Thomas et al., 2007; Ramos-Loyo et al., 2013). Debido a su relevancia biológica y social, el cerebro ha desarrollado mecanismos para identificar rostros emocionales de manera más rápida y precisa que otros objetos (Ro et al., 2001).

Las expresiones faciales emocionales reflejan el estado afectivo de una persona y comunican sus intenciones y percepción del entorno (Keltner et al., 2019). El reconocimiento de estas expresiones permite modular la conducta de forma adaptativa, facilitando la orientación de la atención hacia estímulos relevantes, la anticipación de posibles consecuencias sociales y la regulación de las propias respuestas emocionales y conductuales (Herba & Phillips, 2004; Gross & Jazaieri, 2014). En consecuencia, un déficit en el reconocimiento emocional puede suponer dificultades en el desarrollo de habilidades sociales y se relaciona con la manifestación de distintos trastornos psiquiátricos (Phillips et al., 2003; Monk et al., 2006; Aspan et al., 2014).

El desarrollo de esta capacidad comienza en los primeros meses de vida y se afina con la edad, conforme maduran las habilidades perceptuales y cognitivas del individuo (Haan et al., 2002; Itier & Taylor, 2004). Durante la adolescencia, se observa una mejora en el reconocimiento de expresiones emocionales como la tristeza, el desagrado o el enojo (Lawrence et al., 2015; Rodger et al., 2015), aunque esta habilidad sigue desarrollándose en la adultez temprana (Meinhardt-Injac et al., 2020).

Este trabajo se centra en las expresiones de alegría y enojo por dos razones principales. En primer lugar, investigaciones previas han mostrado resultados consistentes en el reconocimiento de estas dos emociones durante la adolescencia (Thomas et al., 2007; Montiroso et al., 2010; Lawrence et al., 2015; Rodger et al., 2015; Meinhardt-Injac et al., 2020). En segundo lugar, se consideró que centrar el enfoque en un conjunto limitado de estímulos emocionales podría permitir un mayor control sobre las variables emocionales, lo que a su vez facilita la claridad y precisión de los resultados.

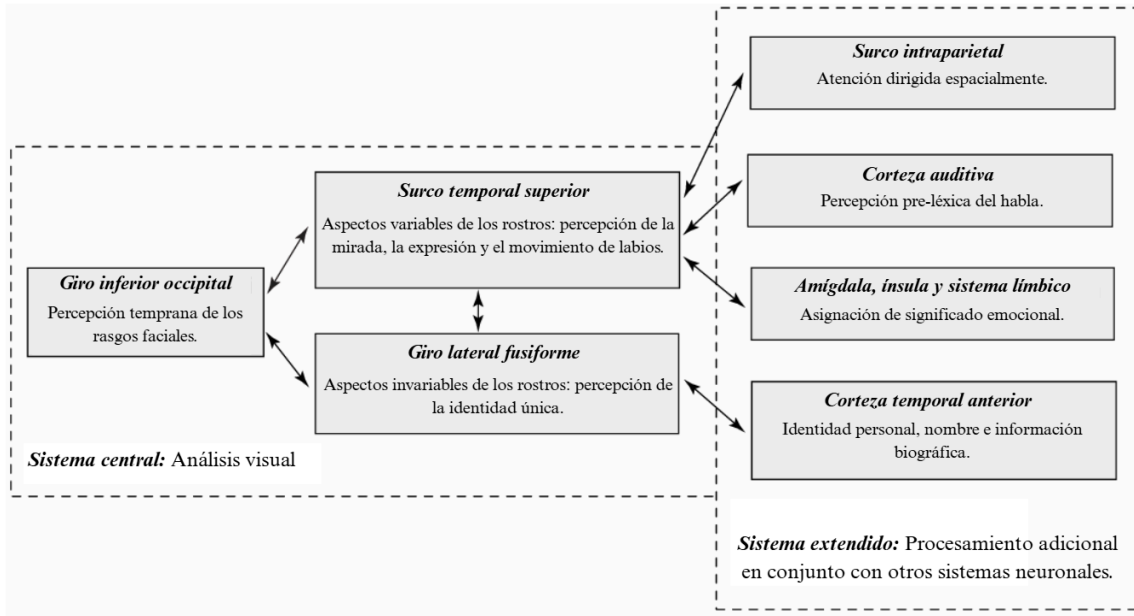
La alegría desempeña un papel fundamental en la creación y mantenimiento de los vínculos sociales, pues está relacionada con conductas afectivas y prosociales como las caricias, los cuidados y la recompensa social (Kringelbach & Berridge, 2009). La expresión de la alegría se caracteriza por la presencia de la sonrisa, la cual posee una gran relevancia biológica, ya que indica una intención cooperativa y de afiliación (Schmidt & Cohn, 2001). Además, esta expresión se identifica de forma más temprana y precisa que las demás emociones (Herba & Phillips, 2004). El reconocimiento de la alegría implica la activación de la amígdala, la corteza inferior orbitofrontal, la corteza cingulada anterior y los ganglios basales (Hennenlotter & Schroeder, 2006).

Por otro lado, el enojo suele presentarse ante situaciones de amenaza, frustración o descontento hacia conductas sociales inapropiadas no esperadas (Ramos-Loyo, 2012; Blair, 2012). La expresión de esta emoción puede actuar como una señal para la extinción conductual, por lo tanto, los rostros de enojo se procesan como estímulos potencialmente amenazantes (Hennenlotter & Schroeder, 2006). Las respuestas de enojo están vinculadas al sistema amígdala-hipotálamo-periacueductal, que es responsable de mediar la respuesta básica a las amenazas (Blair, 2012). El reconocimiento del enojo involucra a la amígdala, el estriado ventral y la corteza orbitofrontal lateral (Hennenlotter & Schroeder, 2006).

### **2.1.1 Neurobiología del reconocimiento facial emocional**

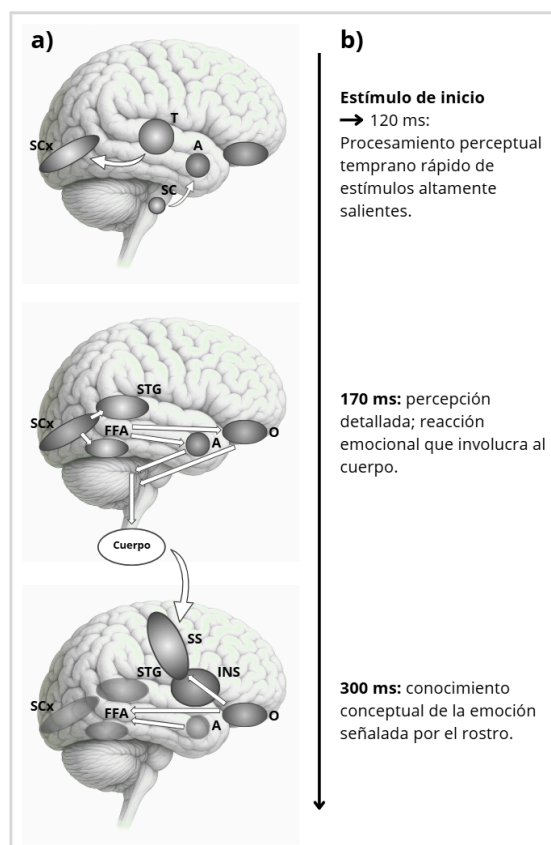
El reconocimiento facial de las emociones básicas involucra procesos como la percepción, la memoria, la discriminación y la categorización de estímulos, los cuales dependen de redes neuronales jerárquicas y complementarias distribuidas a lo largo del cerebro (Adolphs, 2002; Adolphs et al., 2003). Un aspecto clave en este proceso es el análisis de la información facial, el cual se divide en dos componentes: los aspectos invariables y variables del rostro (Haxby & Gobbini, 2011). Los primeros se refieren a las características estructurales del rostro, las cuales facilitan la diferenciación entre individuos y proporcionan información sobre rasgos como la edad o la identidad sexual. En contraste, los aspectos variables corresponden a cambios en la expresión facial, como la mirada y el movimiento de los labios, son señales que facilitan la comunicación social y permiten inferir estados emocionales (Haxby et al., 2000, 2002).

El procesamiento de esta información ocurre en dos sistemas funcionales e independientes: el sistema central y el extendido (Fig. 2). El sistema central es responsable del análisis visual de los rostros, procesando tanto los aspectos variables como los invariables (Haxby & Gobbini, 2011). En este proceso, la corteza occipital inferior analiza las características visuales tempranas, mientras que el área facial fusiforme se encarga de los rasgos invariantes y el surco temporal superior posterior de los aspectos dinámicos, como la expresión facial (Haxby et al., 2000; Haxby et al., 2002). Por su parte, el sistema extendido se ha relacionado con la asignación de significado a las gesticulaciones faciales, involucrando estructuras como la ínsula, la amígdala y el sistema límbico, así como con el reconocimiento de rostros conocidos, en el que participa la corteza temporal anterior (Haxby et al., 2002; Haxby & Gobbini, 2011).



**Figura 2.** Modelo del procesamiento de rostros de Haxby et al. (2000).

El procesamiento facial emocional consta de distintas etapas, las cuales se describen en el modelo de Adolphs (2002) [Fig. 3]. En los primeros 80-110 ms, las áreas visuales, como la corteza occipital y el giro fusiforme, realizan un análisis preliminar de las características faciales, permitiendo una categorización inicial de género o emoción (Pizzagalli et al., 1999; Halgren et al., 2000). Hacia los 120 ms, la amígdala se activa a través de rutas subcorticales y corticales, facilitando una respuesta emocional rápida, especialmente ante expresiones de miedo (Halgren et al., 1994). Alrededor de los 170 ms, el giro temporal superior procesa detalles más complejos de la expresión facial, lo que permite al cerebro diferenciar entre distintas emociones expresadas en los rostros (Sugase et al., 1999). Finalmente, después de los 300 ms, áreas frontales como la corteza orbitofrontal integran el conocimiento conceptual sobre la emoción percibida, permitiendo su reconocimiento explícito (Adolphs, 2002).



**Figura 3.** Modelo de reconocimiento emocional de Adolphs (2002).

### 3. Procesamiento cognitivo

En términos generales, la cognición puede entenderse como la capacidad de procesar información de manera implícita o explícita (Bayne et al., 2019). Este procesamiento se ve moldeado por la experiencia, la cual permite a los humanos aprender y crear representaciones que facilitan una continua evaluación, comprensión y adaptación a su entorno (Ramos-Loyo et al., 2022). Por lo tanto, la cognición influye profundamente en cómo las personas perciben y responden al mundo que les rodea.

El procesamiento cognitivo se organiza jerárquicamente mediante la interacción dinámica de dos sistemas neurales: las vías *bottom-up* y *top-down*. Los sistemas *bottom-up* se encargan del procesamiento perceptivo de la información sensorial, vinculado a estructuras subcorticales, como el sistema límbico y las áreas sensoriales primarias (Corbetta & Shulman, 2002; Llamas-Alonso et al., 2019). Estas regiones están asociadas con respuestas automáticas,

incluyendo reacciones emocionales, procesos autonómicos y adaptaciones rápidas a estímulos del entorno. En contraste, el procesamiento de las vías *top-down* involucra el control voluntario y depende esencialmente de regiones de la corteza prefrontal dorsolateral asociadas con la planeación, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la inhibición (Llamas-Alonso et al., 2019).

Dado que estos sistemas maduran a ritmos distintos, su desarrollo desigual tiene implicaciones significativas en la adolescencia. Las áreas límbicas subcorticales involucradas en el procesamiento *bottom-up* maduran durante esta etapa, mientras que las regiones prefrontales responsables del control cognitivo *top-down* aún están en desarrollo (Casey et al., 2008). Además, la influencia de las hormonas sexuales genera una hiperactivación de los sistemas *bottom-up*, lo que se asocia con respuestas emocionales más intensas (Steinberg et al., 2008). Como resultado, los adolescentes son más propensos a ser impulsivos y a involucrarse en conductas de riesgo.

Ambos sistemas trabajan de manera integrada para facilitar el procesamiento de información relevante y suprimir los estímulos irrelevantes en función de un objetivo (Corbetta & Shulman, 2002). En entornos complejos, es esencial integrar ambos procesos para alcanzar las metas de manera efectiva (Moorselar & Slagter, 2020). En este contexto, la atención y la inhibición son dos procesos cognitivos que desempeñan un papel crucial de dicha dinámica, los cuales se describen a continuación.

### **3.1 Atención**

La atención implica la selección y priorización de información a través de diversas redes cerebrales, permitiendo que ciertos estímulos alcancen el umbral de la conciencia (Xuan et al., 2016). Este proceso es esencial debido a que el cerebro opera con recursos limitados, lo que genera una competencia constante entre estímulos internos y externos por acceder a

dichos recursos (Buschman & Kastner, 2015). Por lo tanto, el procesamiento atencional está modulado por la interacción entre los sistemas *top-down* y *bottom-up*, optimizando la asignación de recursos cognitivos según las demandas ambientales (Bledowski et al., 2004).

La atención opera como conjunto de mecanismos que sustentan la percepción del mundo y la regulación voluntaria de los pensamientos y las emociones (Posner & Rothbart, 2007). Además, esta función es clave para otros procesos cognitivos como la percepción, el lenguaje, la memoria, el procesamiento de la recompensa y la toma de decisiones (Posner et al., 2016; Buschman & Kastner, 2015).

### **3.1.1 Redes atencionales**

Dentro de la investigación sobre la atención, existen diversos modelos teóricos que describen su funcionamiento; sin embargo, en este trabajo se adopta el propuesto por Petersen & Posner (2012), que plantea la existencia de tres redes especializadas y anatómicamente independientes implicadas en el procesamiento de la información: alerta, orientación y control ejecutivo.

La red de alerta juega un papel crucial en la regulación del estado de vigilancia y la preparación para procesar estímulos (Posner & Petersen, 1990). Su principal función es mantener el estado de alerta y facilitar reacciones rápidas ante señales relevantes del entorno (Petersen & Posner, 2012). Esta red está estrechamente relacionada con la activación del sistema noradrenérgico del tronco encefálico, en particular el locus coeruleus, cuyas proyecciones tienen como principales nodos la corteza frontal y parietal (Morrison & Foote, 1986; Aston-Jones & Cohen, 2005). Esta vía contribuye al mantenimiento del nivel tónico de alerta, así como a los cambios fásicos inducidos por estímulos salientes (Posner et al., 2006). Además, el tálamo desempeña un papel clave en la modulación de estos procesos, al actuar

como un centro de modulación que regula la transmisión de señales hacia la corteza cerebral (Sturm & Willmes 2001).

La red de orientación facilita la selección de información sensorial al priorizar ciertos estímulos sobre otros (Petersen & Posner, 2012). Se ha propuesto que esta red se divide en dos subsistemas: la red ventral y la dorsal. La red ventral se activa en respuesta a estímulos inesperados o relevantes que capturan la atención automáticamente, independientemente de los objetivos actuales (Corbetta & Shulman, 2002). Esta red está lateralizada principalmente al hemisferio derecho e incluye la corteza temporoparietal y la corteza frontal inferior, las cuales tienen la función de interrumpir el enfoque atencional actual y redirigirlo hacia eventos novedosos o significativos en el entorno (Shulman & Corbetta, 2012).

Por otro lado, la red dorsal de orientación está relacionada con el enfoque voluntario de la atención hacia estímulos relevantes en el entorno (Corbetta & Shulman, 2002). Esta red utiliza información interna para priorizar estímulos sensoriales y coordinar movimientos oculares hacia objetivos específicos (Corbetta et al., 1998). Sus principales estructuras incluyen los campos oculares frontales y el área intraparietal superior, que trabajan en conjunto para seleccionar información relevante y dirigir la atención de manera consciente (Petersen & Posner, 2012).

Finalmente, la red de control ejecutivo se encarga de la detección de conflictos, la regulación de respuestas y la toma de decisiones (Petersen & Posner, 2012). La evidencia actual sugiere la existencia de dos redes funcionalmente distintas dentro de este sistema: la red cíngulo-opercular, conformada principalmente por la corteza cingulada anterior y la ínsula anterior bilateral, cuya función es mantener el foco atencional de manera sostenida y servir como un soporte estable para el desempeño global de la tarea; y la red frontoparietal, integrada por la corteza prefrontal lateral y la corteza parietal, que se activa de manera transitoria para facilitar el inicio de tareas, los cambios de estrategia y los ajustes en tiempo

real, mediante el monitoreo del conflicto y la detección de errores (Dosenbach et al., 2006; Dosenbach et al., 2008; Petersen & Posner, 2012).

La coordinación de las tres redes atencionales optimiza el procesamiento de información y facilita los procesos más complejos como el control cognitivo (Mackie et al., 2013). Esta interacción influye directamente en el rendimiento, permitiendo una respuesta eficiente a estímulos del entorno y la regulación de la conducta en función de los objetivos y demandas de la tarea (Xuan et al., 2016).

### **3.1.2 Atención selectiva**

Si bien, la atención es un concepto amplio, en este trabajo se examina un tipo específico que requiere del control voluntario y flexible para hacer una selección atencional ante distintos tipos de ensayos y demandas cognitivas. Este mecanismo, conocido como atención selectiva, permite priorizar el procesamiento de la información relevante para el comportamiento y filtrar la información distractora (Fiebelkorn & Kastner, 2020). Este proceso se ve influenciado por factores tanto cognitivos como sensoriales, incluyendo el conocimiento previo, las expectativas, la activación de una meta, así como la relevancia o novedad de un estímulo (Corbetta & Shulman, 2002; Moorselar & Slagter, 2020).

En línea con el modelo de Petersen & Posner, este tipo de atención surge de la interacción de la red de orientación y la ejecutiva. Como se mencionó anteriormente, la primera permite seleccionar, desplazar y filtrar la información visual, mientras que la segunda interviene en la resolución de conflictos y el mantenimiento del foco atencional en función de un objetivo (Petersen & Posner, 2012; Posner et al., 2006). Así, la coordinación entre ambas redes es fundamental para este proceso, involucrando principalmente a las cortezas parietal, frontal y cingulada, en estrecha conexión con estructuras subcorticales como el tálamo, los ganglios basales y los núcleos del prosencéfalo basal (Vuilleumier et al., 2003).

La atención selectiva se evalúa tradicionalmente con el paradigma *Oddball*, en el cual los participantes deben detectar un estímulo objetivo (*Target*), que se presenta con poca frecuencia (entre un 5 a 30%) dentro de una secuencia de estímulos estándar frecuentes (*No-Target*) (Huettel & McCarthy, 2004). La baja probabilidad de aparición de los estímulos *Target*, vuelve la tarea cognitivamente demandante al requerir una vigilancia sostenida y una respuesta precisa ante eventos poco frecuentes.

El paradigma *Oddball* se asocia principalmente con la red ventral de atención, encargada de detectar cambios salientes en el entorno y generar respuestas de alerta ante estímulos infrecuentes, mientras que la red dorsal mantiene un estado sostenido de vigilancia y orientación atencional durante toda la tarea, favoreciendo la búsqueda del estímulo objetivo (Kim, 2014). Asimismo, la red ejecutiva participa al exigir que los participantes sigan instrucciones específicas y determinen en cada ensayo si deben responder o inhibir su respuesta (Petersen & Posner, 2012). Debido a su eficacia para evaluar los procesos de atención selectiva y control cognitivo, este paradigma fue empleado en el presente estudio.

### **3.2 Inhibición**

El concepto de inhibición puede aplicarse en distintos niveles de análisis, que van desde la conducta y la cognición, hasta la interacción de circuitos neuronales o el disparo de neuronas individuales (Aron, 2007). No obstante, este trabajo se enmarca dentro de la neurociencia cognitiva, por lo que la inhibición se define como la capacidad de anular, interrumpir o detener procesos en curso, especialmente cuando estos están profundamente arraigados (Banich & Depue, 2015). Esta habilidad permite suprimir estímulos externos o internos irrelevantes y acciones automáticas no deseadas, favoreciendo así la orientación del comportamiento hacia metas prioritarias y la adaptación flexible a cambios en el entorno (Dillon & Pizagalli, 2007).

En la vida cotidiana, un adecuado control inhibitorio es fundamental para regular la conducta, los pensamientos y las emociones, lo que permite una adaptación efectiva a las demandas del entorno (Munakata et al., 2011). Durante la adolescencia, existen dificultades para inhibir la conducta relacionadas con la falta de maduración prefrontal y la hiperactivación de regiones límbicas subcorticales (Steinberg, 2008; Casey et al., 2008; Ramos-Loyo et al., 2017), lo cual, se relaciona con una toma de decisiones deficiente, especialmente en contextos sociales (Llamas-Alonso et al., 2019).

Además, los déficits en el control inhibitorio se han relacionado con diversas alteraciones, como el abuso de sustancias, los trastornos de conducta desafiante y el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Iacono et al., 2008; Arnsten & Rubia, 2012; Feil et al., 2010). En particular, los adolescentes son especialmente vulnerables al desarrollo de distintas psicopatologías, lo que resalta la importancia de la inhibición como un proceso clave para un óptimo desarrollo psicológico (Guyer et al., 2016; Hare et al., 2008).

### **3.2.1 Modelos teóricos del control inhibitorio**

La inhibición no es un proceso unitario, sino más bien, se compone de distintos subprocesos que se diferencian entre sí según el nivel de representación y la etapa del procesamiento de la información en la que intervienen (Munakata et al., 2011; Nigg, 2000; Friedman & Miyake, 2004; Introzzi et al., 2016). En este sentido, se han propuesto distintos modelos que buscan clasificar los componentes del control inhibitorio según su función y características.

Uno de los más relevantes es el de Nigg (2000), quien distingue entre inhibición motora y cognitiva, y plantea una subdivisión en cuatro tipos: a) control de interferencia: previene la interferencia provocada por la competencia entre estímulos; b) inhibición cognitiva: suprime pensamientos irrelevantes para proteger la memoria de trabajo y la

atención; c) inhibición conductual: suprime tanto respuestas automáticas o preparadas como aquellas indicadas pero socialmente inapropiadas; d) inhibición oculomotora: suprime la sácada refleja mediante un esfuerzo voluntario.

Adicional a la taxonomía de Nigg, Friedman & Miyake (2004) proponen tres funciones generales involucradas en el control inhibitorio: a) inhibición de la respuesta preferente: es la capacidad de suprimir de manera voluntaria conductas automáticas o habituales, especialmente cuando resultan inapropiadas para el contexto; b) resistencia a la interferencia de distractores: implica la habilidad para ignorar estímulos distractores del entorno que no son relevantes para la tarea en curso; c) resistencia a la interferencia proactiva: refiere a la habilidad de evitar que contenidos previamente pertinentes interfieran con la ejecución de metas actuales.

La inhibición de respuestas preferentes, descrita por Friedman y Miyake (2004), se alinea conceptualmente con la inhibición conductual definida por Nigg (2000), ya que ambas hacen referencia a la capacidad de suprimir respuestas automáticas o prepotentes que resultan inadecuadas para los objetivos o normas contextuales. Este proceso resulta fundamental para el control cognitivo y la regulación emocional, ya que facilita la generación de respuestas adaptativas a las demandas del entorno (Miyake & Friedman, 2012). El presente trabajo parte de esta visión teórica.

### **3.2.2 Bases neurales del control inhibitorio**

El control inhibitorio depende de mecanismos *top-down* mediados por una red frontal-cortico-subcortical, en la que diversas regiones cerebrales cumplen funciones diferenciadas pero complementarias (Fuster, 2001; Friedman & Miyake, 2004; Taylor et al., 2018). Entre ellas, el giro frontal inferior derecho (GFId) cumple una función central en la inhibición de estímulos emocionales, actuando como un nodo clave en la vía hiper-directa

que, mediante su conexión con los ganglios basales, permite suprimir respuestas motoras automáticas (Taylor et al., 2018; Aron et al., 2004; Aron et al., 2014). Asimismo, la corteza orbitofrontal (COF) participa en la regulación del control cognitivo y emocional, mostrando una mayor activación frente a estímulos de valencia negativa (Nelson & Guyer, 2011; Schoenbaum et al., 2009). Finalmente, la corteza prefrontal derecha se ha asociado con la vigilancia del entorno, en particular ante estímulos amenazantes, así como con la interrupción de conductas orientadas a metas y la generación de respuestas de evitación (Wager et al., 2005; Banich y Depue, 2015).

### **3.2.3 Evaluación experimental del control inhibitorio**

La inhibición de respuestas preferentes se ha evaluado a través del paradigma *Go/No-Go*, el cual comparte su estructura metodológica con la tarea *Oddball*, ya que ambos presentan una secuencia de estímulos con distinta probabilidad de aparición. La principal diferencia entre ellos radica en la instrucción proporcionada al participante, pues en esta tarea deben responder ante los estímulos frecuentes (*Go*), e inhibir su respuesta ante los estímulos infrecuentes (*No-Go*). La alta frecuencia de los estímulos *Go* genera una tendencia de respuesta difícil de retener, lo que permite diferenciar claramente la inhibición de otros procesos (Simmonds et al., 2008). La ejecución de esta tarea, implica la activación de un conjunto específico de regiones cerebrales, cuya participación ha sido ampliamente documentada mediante estudios de neuroimagen funcional y EEG (Simmonds et al., 2008).

Una de las estructuras clave es el área premotora suplementaria, que participa en la selección e inhibición de respuestas, facilitando el cambio de respuestas automáticas a controladas (Barber & Carter, 2005; Mostofsky et al., 2003; Picton et al., 2007). También se ha implicado al giro fusiforme izquierdo, el cual interviene en la clasificación visual del estímulo y envía retroalimentación a regiones superiores para reconocer ensayos *No-Go* y

favorecer la inhibición (Simmonds et al., 2008). Asimismo, el circuito entre el giro frontal inferior medial y la corteza parietal inferior es clave para el control ejecutivo, dirigiendo la atención hacia estímulos relevantes y manteniendo las asociaciones estímulo-respuesta necesarias para la selección conductual (Buchsbaum et al., 2005; Simmonds et al., 2008). Finalmente, la corteza prefrontal dorsolateral derecha muestra una alta activación en ensayos *No-Go*, siendo fundamental en la generación del comando inhibitorio (Mostofsky et al., 2003; Courtney, 2004).

#### **4. Relación entre procesos cognitivos y emocionales**

El comportamiento social implica una coordinación compleja de procesos cognitivos y neurofisiológicos, los cuales se relacionan y modulan entre sí. Dentro de esta dinámica, las emociones desempeñan un papel fundamental al proporcionar claves que guían el comportamiento adaptativo (Adolphs, 2016). Estas señales emocionales no solo requieren ser reconocidas, sino también atendidas e interpretadas en función del entorno, lo que demanda un equilibrio entre la atención selectiva y la capacidad para inhibir respuestas inadecuadas (Ramos-Loyo et al., 2013). Este equilibrio es particularmente relevante durante la adolescencia, una etapa caracterizada por una mayor reactividad emocional y una maduración incompleta de las regiones prefrontales, implicadas en el control cognitivo, lo que influye en la regulación del comportamiento y las emociones (Steinberg et al., 2008; Casey et al., 2008).

La atención y la inhibición han sido abordadas tradicionalmente como procesos separados, aunque existe un consenso sobre su posible interacción, especialmente frente a estímulos de carga emocional (Duann et al., 2009; Hampshire et al., 2010, Sharp et al., 2010; Kiss et al., 2008; Raymond, 2009; Viviani, 2013). Durante la adolescencia, esta relación se ve influenciada por cambios neuroquímicos propios del desarrollo, así como por la integración aún inmadura entre las redes atencionales y ejecutivas, lo que limita la capacidad de control

inhibitorio, particularmente en contextos emocionalmente intensos (Giedd et al., 1999; Gogtay et al., 2004; Luna, 2009; Giedd, 2008; Damian et al., 2022; Caballero et al., 2021; Luna et al., 2015; Saito et al., 2022).

Dado que en el presente trabajo se emplean dos paradigmas experimentales ampliamente utilizados en el estudio de los procesos cognitivos: el *Oddball*, asociado a la evaluación de la atención selectiva, y el *Go/No-Go*, relacionado con el control inhibitorio, en este capítulo se aborda, en primer lugar, la interacción de cada proceso ante estímulos emocionales y sus correlatos neurofisiológicos, con énfasis en los cambios característicos de la adolescencia. Posteriormente, se revisa la evidencia que ha explorado la relación entre ambos mecanismos cognitivos en el procesamiento emocional.

#### **4.1 Atención selectiva en el procesamiento emocional**

El procesamiento emocional y atencional están estrechamente interrelacionados, pues el valor emocional de los estímulos impacta en el procesamiento cognitivo, influyendo en la selección de estímulos relevantes para la adaptación (Vuilleumier et al., 2003; Raymond, 2009). El procesamiento atencional ante estímulos emocionales puede clasificarse en dos modalidades: un procesamiento *bottom-up*, caracterizado por ser rápido, automático y guiado por las características salientes del estímulo o del entorno; y un procesamiento *top-down*, que implica una atención controlada y orientada por metas internas (Corbetta & Shulman, 2002; Vuilleumier & Huang, 2009).

En la adultez, estos dos tipos de procesamiento están mediados por redes neuronales distintas. La atención *bottom-up* es modulada por una red frontoparietal ventral, que incluye la corteza occipitotemporal, la corteza orbitofrontal y la amígdala, mientras que la atención *top-down* implica la activación de una red frontoparietal dorsal, conformada por la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza parietal dorsal y la corteza cingulada anterior (Corbetta et

al., 2008; Jordan et al., 2013; Vuilleumier & Huang, 2009). Durante la adolescencia, se observa una mayor activación de regiones vinculadas al procesamiento *bottom-up* y una menor implicación de mecanismos *top-down*, lo que puede generar un desequilibrio funcional entre ambos sistemas y favorecer una predominancia del procesamiento emocional automático (Casey et al., 2008).

Se ha demostrado que los estímulos emocionales tienden a captar la atención de forma prioritaria en comparación con estímulos neutros, lo cual se atribuye principalmente a mecanismos de procesamiento *bottom-up*, automáticos y rápidos, que permiten su detección incluso durante tareas alternas o cuando se presentan en el campo visual periférico (Kovarski et al., 2017; Llamas-Alonso et al., 2022; Llamas-Alonso et al., 2020; D'Hondt et al., 2016). Esto se debe a la relevancia biológica del procesamiento de estímulos emocionales, que facilita la adaptación de los individuos a su entorno, al posibilitar una rápida identificación de señales de amenaza o recompensa (Vuilleumier et al., 2003). No obstante, la atención *top-down*, guiada por metas internas, también puede modular el procesamiento emocional, amplificando o atenuando su impacto según las demandas contextuales (Raymond et al., 2003; Fenske & Raymond, 2006; Petrucci & Pecchinenda, 2017).

En este contexto, el paradigma *Oddball* constituye una herramienta valiosa para examinar la interacción entre el procesamiento atencional y emocional. En particular, esta tarea evalúa la atención selectiva, ya que exige que los participantes centren sus recursos atencionales en detectar estímulos relevantes entre una serie de estímulos repetitivos o irrelevantes (Kim et al., 2014). Dicha tarea se fundamenta en la teoría de la actualización al contexto, la cual sugiere que el procesamiento atencional ocurre tras la recepción del estímulo sensorial, y se encarga de comparar la representación sensorial con la información almacenada en la memoria de trabajo para determinar la novedad del estímulo (Polich, 2007).

En tareas que involucran estímulos visuales, como las expresiones emocionales, los participantes deben realizar una discriminación activa entre diversas configuraciones faciales para determinar si estas corresponden o no a la emoción que se les ha instruido identificar (Campanella et al., 2002; Campanella et al., 2004). La corteza cingulada anterior juega un papel fundamental en este proceso, ya que se activa tanto en el procesamiento atencional como emocional, facilitando la integración de ambos sistemas neurales durante la ejecución de la tarea *Oddball* (Fichtenholtz et al., 2004). Por lo tanto, este paradigma permite observar la interacción dinámica entre los mecanismos *bottom-up* y *top-down* en la detección y evaluación de estímulos emocionalmente relevantes en tiempo real (Debener et al., 2005; Goldstein et al., 2002).

En tareas *Oddball*, se ha encontrado que los estímulos emocionales tienden a requerir mayores recursos atencionales en comparación con estímulos neutros como objetos o figuras, lo cual se refleja en un menor número de respuestas correctas y mayores tiempos de reacción, especialmente cuando se trata de estímulos displacenteros (Fichtenholtz et al., 2004; Wang et al., 2008; Yamasaki et al., 2002). Mediante este paradigma, se ha observado que los adolescentes presentan una elevada sensibilidad a los estímulos emocionales de valencia negativa, vinculado con una activación exacerbada en regiones del procesamiento emocional, lo cual puede interferir con la activación de sistemas ejecutivos encargados de orientar la atención hacia metas internas (Wang et al., 2008).

Asimismo, mediante este tipo de tareas, se ha evidenciado que, a medida que progresa la adolescencia, mejora la capacidad para modular la atención frente a estímulos emocionales. Este cambio se vincula con una menor reactividad emocional y un procesamiento emocional más eficiente (Perlman et al., 2014). A su vez, este proceso se acompaña de un fortalecimiento progresivo de las regiones prefrontales involucradas en el control cognitivo,

como la corteza cingulada anterior y el giro frontal inferior, lo que refleja una maduración gradual de los mecanismos *top-down* (Vetter et al., 2015).

Las diferencias de desempeño en tareas *Oddball* también se ha reportado al comparar expresiones faciales neutras y emocionales. En general, los rostros neutros se asocian con un mejor rendimiento, excepto las expresiones de alegría, que generan tiempos de reacción más cortos y mayor precisión, incluso desde edades tempranas (Ramos-Loyo et al., 2022; Campanella et al., 2010; Rossignol et al., 2008; Perlman et al., 2014). En contraste, las expresiones de enojo suelen provocar un mayor número de errores y tiempos de reacción más prolongados, reflejando una mayor demanda cognitiva (Kestenbaum & Nelson, 1992; Ramos-Loyo & Sanz-Martin, 2017; Chai et al., 2012; Rossignol et al., 2012; Orozco-Díaz, 2023).

Estas diferencias se explican, en parte, por las características perceptuales de las expresiones faciales y por las funciones adaptativas de cada emoción. La alegría suele representarse mediante una sonrisa con boca abierta, una señal visual distintiva que facilita su reconocimiento (Thomas et al., 2007; Batty & Taylor, 2006). Además, al ser la única emoción de valencia positiva entre las emociones básicas, se reconoce con mayor rapidez y cumple un rol fundamental en la promoción de conductas sociales de acercamiento desde edades tempranas (De Sonnevile et al., 2002; Kringelbach & Berridge, 2009). En cambio, el reconocimiento del enojo implica un procesamiento visoespacial más complejo, al requerir la integración de señales faciales menos evidentes como el entrecejo fruncido, los ojos tensos y los labios presionados (Montirosso et al., 2010). Estas expresiones suelen vincularse con señales de amenaza y, por tanto, podrían activar procesos más elaborados de evaluación y evitación (Blair, 2012).

## 4.2 Control inhibitorio en el procesamiento emocional

Un adecuado control inhibitorio ante estímulos emocionales es fundamental para actuar de manera adaptativa en contextos sociales. Debido a su relevancia biológica y social, la información emocional tiende a captar de manera automática la atención, pues suele indicar potenciales amenazas o posibles recompensas (Vuilleumier et al., 2001). Aunque esta sensibilidad es adaptativa, puede interferir con el procesamiento de información relevante para los objetivos actuales (Ramos-Loyo et al., 2013). Por ello, la regulación del comportamiento complejo requiere no sólo atender a los estímulos relevantes, sino también inhibir eficazmente aquellos estímulos emocionales que resultan irrelevantes para las demandas del contexto (Ramos-Loyo et al., 2017).

Se ha propuesto que dos circuitos neuronales principales e interrelacionados participan en la inhibición ante estímulos emocionales. El primero, vinculado a la inhibición de respuestas motoras, corresponde a la red frontoparietal; el segundo, asociado con la regulación emocional de tipo *top-down*, involucra un circuito córtico-límbico (Goldstein et al., 2007; Schulz et al., 2007; Shafritz et al., 2006).

En este contexto, el paradigma *Go/No-Go* se ha consolidado como una herramienta experimental fundamental para examinar cómo la emoción modula los procesos de control inhibitorio. Esta tarea genera una tendencia de respuesta difícil de retener, permitiendo diferenciar claramente la inhibición de otros procesos (Simmonds et al., 2008). Al incorporar estímulos emocionales, el paradigma *Go/No-Go* permite observar la interacción entre emoción e inhibición a nivel cerebral, activando regiones como la corteza cingulada anterior, implicada en el control cognitivo y la regulación de respuestas emocionales (Zhang & Lu, 2012; Albert et al., 2010, 2012).

El uso del paradigma *Go/No-Go* ha permitido evidenciar que la inhibición de estímulos emocionales representa un mayor desafío en comparación con la de estímulos

neutros, además de requerir mayores recursos neurales (Megías et al., 2017; Brown et al., 2012; Cohen-Gilbert & Thomas, 2013; Schulz et al., 2007). Por ejemplo, se ha observado que la inhibición de objetos resulta más eficaz que la de expresiones emocionales, con una menor cantidad de errores ante estímulos neutros (Ramos-Loyo et al., 2013). En esta misma línea, se ha encontrado que los estímulos emocionales tienden a provocar tiempos de respuesta más prolongados, así como una mayor reactividad neurofisiológica (Cohen-Gilbert & Thomas, 2013; Brown et al., 2012). No obstante, aún no existe un consenso respecto a si los estímulos de valencia positiva (Albert et al., 2010, 2012; Schulz et al., 2007; Wang et al., 2011) o negativa (Cohen-Gilbert & Thomas, 2013; Tottenham et al., 2011; Ramos-Loyo, 2017; Megías et al., 2017) interfieren en mayor medida con el control inhibitorio, ya que los hallazgos en la literatura, señalan que el desempeño varía según las características metodológicas de la tarea.

Estudios que han evaluado el control inhibitorio ante contextos displacenteros en adultos mediante Resonancia Magnética Funcional (fMRI), han observado que los ensayos de inhibición se asocian con una mayor activación del giro frontal inferior, así como de la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) y ventrolateral (CPF VL), lo que indica una demanda incrementada de control cognitivo en contextos emocionalmente cargados (Brown et al., 2012). No obstante, en adolescentes se ha reportado un patrón opuesto: la activación de la CPF DL y la CPF VL es menor ante imágenes displacenteras en comparación con las neutras, y los tiempos de respuesta tienden a ser más prolongados, lo que puede indicar una falta de madurez en los circuitos frontales de control cognitivo (Brown et al., 2015). Además, durante la adolescencia temprana se observa un peor desempeño en la tarea *Go/No-Go*, especialmente frente a estímulos displacenteros, aunque estas dificultades tienden a disminuir conforme avanza la edad (Cohen-Gilbert & Thomas, 2013).

Los efectos de la emoción en el control inhibitorio también son evidentes al utilizar expresiones faciales. Los rostros neutros suelen facilitar el desempeño en este tipo de tareas frente a expresiones emocionales como la alegría o el miedo. Se ha documentado que los rostros de alegría tienden a generar más errores de comisión que los de miedo, así como tiempo de reacción más cortos (Megías et al., 2017; Hare et al., 2005; Schulz et al., 2007). Inhibir respuestas ante rostros alegres puede resultar más difícil porque estos se asocian con recompensas y emociones positivas, lo que activa circuitos de aproximación como el estriado ventral y el caudado, generando una tendencia prepotente a responder que cuesta más suprimir (O’doherly et al., 2003; Montague & Berns, 2002).

Por otro lado, las expresiones de enojo se han asociado con un mayor número de errores de comisión en comparación con las de alegría, posiblemente debido a la complejidad de su reconocimiento y a su interpretación como señales de amenaza (Tottenham et al., 2011; Orozco-Díaz, 2023). Sin embargo, cuando los estímulos emocionales se presentan de forma incidental, es decir, sin ser el foco explícito de la tarea, la inhibición ante rostros de enojo mejora respecto a la de rostros alegres, lo que sugiere que las diferencias metodológicas, como el carácter explícito o implícito de la tarea, influyen en el procesamiento cognitivo y emocional (Taylor et al., 2018).

En la adolescencia, las expresiones emocionales afectan de manera significativa el control inhibitorio, dando lugar a un desempeño más deficiente que en los adultos, junto con una mayor activación neurofisiológica. Ante rostros de miedo, se ha observado una activación más intensa de la amígdala en comparación con niños y adultos, acompañada de tiempos de reacción más lentos, lo que sugiere una mayor sensibilidad emocional en esta etapa del desarrollo (Hare et al., 2008). Asimismo, los adolescentes presentan un mayor número de errores de comisión ante rostros de alegría, junto con una activación aumentada del cuerpo estriado ventral en comparación con niños y adultos (Somerville et al., 2011).

La sobreactivación de regiones subcorticales relacionadas con la emoción indica que los adolescentes requieren un mayor esfuerzo de control ejecutivo para regular sus respuestas emocionales y evitar conductas impulsivas o riesgosas. En esta misma línea, se ha reportado que, durante la adolescencia tardía, las expresiones de enojo son más difíciles de inhibir que las de alegría, además de provocar activación neurofisiológica más exacerbada indicando una mayor demanda de recursos neurales para inhibir esta emoción (Sun et al., 2020).

#### **4.3 Relación entre atención e inhibición: *Oddball* y *Go/No-Go***

Salvo un antecedente directo proveniente del grupo de investigación del cual emerge la presente propuesta, a la fecha sólo se conocen dos estudios que han combinado los paradigmas *Oddball* y *Go/No-Go* para evaluar conjuntamente los procesos de atención e inhibición. Sin embargo, ninguno de estos estudios utilizó estímulos emocionales, y aunque integraron ambos paradigmas, no realizaron una evaluación independiente y comparativa de cada uno dentro de una misma estructura experimental equivalente, lo cual limita la comprensión diferenciada de estos procesos ante estímulos emocionales.

El primero es el de Wrege et al. (2022), quienes evaluaron estos procesos en pacientes con trastorno límite de la personalidad (TLP) y un grupo control, utilizando una tarea basada en flechas acompañada de resonancia magnética funcional. La tarea implicaba responder ante flechas horizontales (*Go*) y diagonales (*Target*) e inhibir la respuesta ante flechas verticales (*No-Go*). Aunque no se encontraron diferencias significativas entre grupos, los participantes con TLP mostraron un menor porcentaje de aciertos. En ambos grupos, se observaron mayores tasas de aciertos en los ensayos *Go*, mientras que los *Target* resultaron los más difíciles.

Se examinaron tres contrastes principales: uno que combinaba novedad e inhibición de la respuesta (*No-Go vs Go*), otro centrado únicamente en la novedad (*Target vs Go*) y uno que

comparaba los ensayos de inhibición y atención (*No-Go vs Target*). En el grupo control, el contraste *No-Go vs Go* mostró una mayor activación en el giro frontal inferior derecho y en el giro medial frontal ante los ensayos *Go* en comparación con los *No-Go*, lo que podría reflejar una mayor implicación de redes motoras o de respuesta. En el contraste *Target vs Go*, los ensayos *Go* activaron principalmente regiones motoras como la región frontoparietal izquierda y el giro medial frontal, mientras que los *Target* reclutaron áreas atencionales como el giro frontal medial, el giro precentral, el lóbulo parietal superior y el giro supramarginal, reflejando una mayor demanda cognitiva ante estímulos novedosos. Sin embargo, no se reportaron diferencias significativas en el contraste *No-Go vs Target*, lo que podría indicar una superposición funcional entre los procesos de inhibición y atención implicados.

Estos resultados son especialmente relevantes si se considera la premisa del paradigma empleado: en una tarea *Go/No-Go* convencional, la activación neural atribuida a la inhibición motora puede estar parcialmente sesgada, ya que los estímulos *No-Go* suelen ser infrecuentes y relevantes para la instrucción, lo que introduce un componente atencional difícil de aislar. Al incorporar un paradigma combinado que distingue la novedad del acto de inhibir la respuesta, se observa que gran parte de la activación previamente asociada a la inhibición, refleja en realidad, la detección y orientación de la atención hacia estímulos relevantes o poco frecuentes. En este sentido, más que un fallo en suprimir la respuesta motora, la impulsividad podría derivar de una dificultad para identificar y dirigir los recursos atencionales hacia los eventos que demandan control conductual. Esta reinterpretación permite entender la interacción entre atención e inhibición no sólo como circuitos parcialmente compartidos, sino como mecanismos jerárquicamente vinculados en la regulación adaptativa de la conducta.

Por su parte, Zhao et al. (2023) emplearon una tarea combinada de tres opciones que integra los paradigmas *Go/No-Go* y *Two-choice Oddball*, diseñada para comparar el control inhibitorio con y sin emisión de respuesta. En este paradigma, los autores manipularon la

probabilidad de aparición de los estímulos con el fin de aislar los procesos cognitivos implicados en cada tipo de demanda: los ensayos estándar, de alta frecuencia, establecían una respuesta preferente; los ensayos *No-Go*, de menor frecuencia, requerían inhibir dicha respuesta; y los ensayos *Target*, también infrecuentes, exigían responder con una tecla distinta, generando así una reconfiguración de la respuesta similar a la que ocurre ante los estímulos infrecuentes de la tarea *Oddball*.

Conductualmente, tanto los ensayos *Target* como los *No-Go* se asociaron con un peor desempeño en comparación con los estándar, lo que sugiere un aumento en la carga cognitiva al tener que interrumpir o modificar una respuesta dominante. A nivel neurofisiológico, ambos tipos de ensayo activaron regiones como el giro frontal inferior, el precúneo y el área motora suplementaria, con una activación más pronunciada en los *Target*, posiblemente por la demanda adicional de cambio cognitivo y de respuesta rápida ante la novedad. En cambio, sólo los ensayos *No-Go* involucraron la corteza cingulada anterior, indicando un papel específico de esta región en el monitoreo del conflicto cuando se requiere inhibir sin emitir respuesta.

Este patrón de activación diferencial permite comprender que los procesos atencionales e inhibitorios no sólo comparten recursos neurales, sino que se modulan en función de la probabilidad y del tipo de demanda cognitiva. En este sentido, el paradigma de Zhao et al. (2023) aporta una referencia clave para distinguir entre la inhibición motora propiamente dicha y los mecanismos atencionales y de reconfiguración de la respuesta que la acompañan, lo cual resulta central para interpretar cómo el cerebro modula la conducta ante estímulos relevantes o distractores.

Por último, Orozco-Díaz (2023) utilizó tres tareas tipo *Oddball* y tres tareas tipo *Go/No-Go* para evaluar a una población adulta. En ambos paradigmas se presentaron tres condiciones: una condición control de reconocimiento del sexo y dos condiciones

emocionales, correspondientes al reconocimiento de expresiones faciales de alegría y de enojo, mientras se registraba la actividad eléctrica cerebral. A nivel conductual, el enojo se asoció con un peor desempeño en comparación con las condiciones de sexo y alegría en ambos paradigmas. Además, se encontró que un mayor porcentaje de aciertos en la tarea *Oddball* predecía un mayor porcentaje de inhibiciones correctas en el *Go/No-Go*, pero solo en las condiciones emocionales.

En cuanto a los resultados electrofisiológicos, no se hallaron diferencias significativas entre condiciones en ninguno de los paradigmas. Sin embargo, una mayor amplitud del componente P3 (en Pz) predijo un mayor porcentaje de aciertos en las condiciones de sexo y alegría en la tarea *Oddball*, aunque esta asociación no se replicó en el *Go/No-Go*. Finalmente, se observó que una mayor amplitud del P3 en la tarea *Oddball* predecía también una mayor amplitud del mismo componente en *Go/No-Go* en la condición de sexo (en Cz) y en la de alegría (en Cz y Pz), mientras que en la condición de enojo no se encontró esta relación.

A pesar de la conocida interacción entre la atención y la inhibición, hay una carencia de estudios que analicen esta relación de manera conjunta en población adolescente, especialmente en contextos que involucren estímulos emocionales. Si bien ambos procesos se reconocen como interdependientes, la mayoría de las investigaciones se ha enfocado en examinarlos por separado, sin considerar cómo se influyen mutuamente cuando los adolescentes procesan información emocional. Esta limitación deja un vacío importante en la comprensión del desarrollo cognitivo durante la adolescencia, una etapa particularmente sensible a la reactividad emocional.

## **5. Potenciales Relacionados a Eventos (PREs)**

El electroencefalograma (EEG) es una técnica no invasiva que registra la actividad eléctrica cerebral a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo, constituyendo un

indicador confiable de la organización funcional del sistema nervioso (Huerta-Chávez et al., 2022). La señal registrada por el EEG consiste en variaciones amplificadas del voltaje a lo largo del tiempo (Wang, 2010). Estas variaciones reflejan la actividad sincrónica de conjuntos de neuronas piramidales corticales, principalmente aquellas alineadas en paralelo y orientadas perpendicularmente a la superficie del cráneo, lo que facilita la conducción de los potenciales eléctricos hacia el exterior (Luck, 2014; Rossion, 2014; Gunnar & Haan, 2009). En particular, el EEG capta con mayor sensibilidad los potenciales postsinápticos de dichas neuronas, ya que su orientación estructural permite una señal más detectable en el cuero cabelludo (Cohen, 2017).

A partir de este registro, se han desarrollado distintos métodos de análisis, entre los cuales destaca la técnica de los Potenciales Relacionados con Eventos (PREs), que permite aislar la actividad cerebral asociada temporalmente al procesamiento de estímulos o eventos específicos. Los PREs se definen como variaciones en la actividad eléctrica cerebral asociadas al procesamiento de eventos sensoriales, cognitivos o motores (Liu & Hu, 2019). Estas respuestas reflejan con alta resolución temporal las distintas etapas del procesamiento de la información (Huerta-Chávez et al., 2022). Debido a su carácter no invasivo, bajo costo y aplicabilidad tanto en humanos como en modelos animales, la técnica de PREs se ha consolidado como una herramienta fundamental en la investigación de las neurociencias cognitivas y en el ámbito clínico (Hughes 1994).

Los PREs se obtienen promediando múltiples segmentos de EEG sincronizados con la presentación de un estímulo, lo que permite aislar las deflexiones positivas o negativas, relacionadas con el procesamiento del evento. A partir de estos promedios individuales, se genera un promedio grupal con el objetivo de identificar patrones generales y comparar condiciones experimentales (Huerta-Chávez et al., 2022). Los principales parámetros que se analizan en los PREs incluyen la amplitud, la latencia, la polaridad y la distribución espacial,

cada uno de los cuales ofrece información valiosa sobre el curso temporal de la actividad cerebral y su localización funcional (Luck, 2014).

La amplitud se refiere al valor máximo de la señal promediada, expresado en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), e indica la magnitud de la respuesta neuronal ante un tipo específico de procesamiento (Huerta-Chávez et al., 2022). La latencia corresponde al intervalo temporal, en milisegundos (ms), entre la aparición del estímulo y el pico máximo de la onda de interés, proporcionando una medida del tiempo de procesamiento cerebral (Luck, 2014). La polaridad describe la dirección de la deflexión y está determinada por la orientación y distribución de las cargas eléctricas en la corteza cerebral. La distribución espacial, por su parte, representa la topografía del patrón eléctrico observado en el cuero cabelludo, reflejando la orientación de las fuentes generadoras, la conductividad eléctrica y la configuración de los electrodos (Gunnar & Haan, 2009).

Los componentes de los PREs se manifiestan como picos bien definidos en la señal y se identifican en función de su polaridad, latencia y topografía. Estos componentes permiten vincular de manera precisa ciertos procesos cognitivos o emocionales con respuestas neurales específicas (Gunnar & Haan, 2009). El presente trabajo se enfoca en explorar la relación entre la atención y la inhibición frente a estímulos emocionales. Por ello, el siguiente apartado se centrará en los correlatos neurofisiológicos implicados en la detección y procesamiento de estímulos relevantes del entorno, con especial énfasis en el componente P3.

### **5.1 Componente P3**

El P300 o P3 es un componente de los potenciales relacionados a eventos que se manifiesta como una onda positiva en un rango aproximado de 250 a 500 ms después de la presentación de un estímulo, cuya amplitud refleja la cantidad de recursos atencionales asignados y cuya latencia se asocia con la velocidad de clasificación del estímulo (Polich,

2007; Simard & Cadoret, 2018). Se considera un componente endógeno, ya que no está determinado por las características físicas del estímulo, sino por factores internos como las demandas de la tarea (Luck, 2014).

El componente P3 se subdivide en dos componentes: P3a y P3b (Downes et al., 2017). El P3a, también conocido como P3 de novedad, se activa en tareas *Oddball* pasivas ante estímulos novedosos que no requieren una respuesta activa por parte del participante (Escera et al., 1998). En cambio, el P3b surge en tareas *Oddball* activas que exigen una discriminación consciente del estímulo relevante, comúnmente acompañada de una respuesta motora (Polich, 2007). El P3a se vincula a procesos de orientación atencional y detección de novedad, y presenta una distribución topográfica frontocentral (Downes et al., 2017). Se ha sugerido que sus generadores se localizan principalmente en el lóbulo frontal y en el hipocampo (Knight, 1997). Por otro lado, el P3b se asocia a tareas que demandan atención sostenida y participación de la memoria de trabajo, y muestra una topografía predominantemente parietal, con fuentes neurales en los lóbulos temporal y parietal, así como en la corteza cingulada (Huster et al., 2010).

Según Polich (2007), el P3 puede entenderse como el resultado de una secuencia funcional en la que el P3a responde a procesos tempranos de atención y orienta el procesamiento posterior, facilitando la generación de la P3b cuando la atención aumentada permite que la información alcance regiones temporoparietales. En contraste, el P3 de tipo *No-Go* se ha relacionado con mecanismos de control inhibitorio, ya que suele aparecer ante estímulos distractores (Falkenstein et al., 1999). La distribución topográfica de este componente es más central en comparación con el P3 parietal evocado por el estímulo *Target* (Polich, 2007; Azizian et al., 2006).

Se ha propuesto que la generación del componente P3, podría reflejar un mecanismo de inhibición neural rápida que suprime la actividad irrelevante para facilitar la transmisión

eficiente de la información del estímulo desde regiones frontales hacia áreas temporoparietales (Knight, 1997; Soltani & Knight, 2000). Esta dinámica permitiría optimizar la detección del estímulo en función del contenido de la memoria de trabajo, facilitando el procesamiento de la información relevante al reducir la interferencia de estímulos distractores (Polich, 2007).

A lo largo del desarrollo, se ha documentado una disminución progresiva en la latencia del P3, lo que en niños y adolescentes refleja una mayor eficiencia en el procesamiento cognitivo (Downes et al., 2017; Fuchigami et al., 1995). Específicamente, la latencia del subcomponente P3a tiende a estabilizarse alrededor de los 12 años de edad, mientras que la latencia de la P3b continúa disminuyendo hasta aproximadamente los 17 años (Fuchigami et al., 1995; Rozhkov et al., 2009; Tsai et al., 2012).

## **5.2 PREs y procesamiento emocional**

El uso de los PREs resulta especialmente útil, ya que su alta resolución temporal permite identificar con precisión el momento en que ocurre el reconocimiento emocional (Ding et al., 2017). Con base en esta perspectiva, Luo et al. (2010) propusieron un modelo de tres etapas que describe el curso temporal del procesamiento emocional a partir de componentes electrofisiológicos específicos. Este modelo contempla: una primera etapa automática y general (P100 y N100); una segunda etapa de diferenciación entre rostros emocionales y neutros (N170 y VPP); y una tercera etapa de discriminación entre emociones específicas (N300 y P300).

Los PREs vinculados a la percepción de rostros indican que el procesamiento facial comienza con una codificación rápida e inicial del estímulo, dentro de una representación más amplia que integra la información visual entrante con el conocimiento previo y las expectativas perceptuales del observador (Rossion, 2014). Esta codificación temprana permite

una evaluación eficiente de las señales sociales relevantes para la conducta adaptativa. En este contexto, se ha evidenciado que las respuestas neurofisiológicas ante las seis emociones básicas presentan latencias similares, lo que sugiere que la información emocional contenida en las expresiones faciales es evaluada por la neocorteza durante los primeros 200 milisegundos posteriores a la presentación del estímulo (Eimer et al., 2003; Eimer & Holmes, 2002).

Dentro de los componentes tardíos del procesamiento emocional, el P300 ha recibido especial atención por su sensibilidad a las características afectivas de los estímulos. Diversos estudios han mostrado que tanto la valencia como el nivel de activación emocional modulan significativamente su amplitud (Schupp et al., 2007; Eimer et al., 2003; Li et al., 2008). Por ejemplo, se ha observado que expresiones faciales de miedo evocan amplitudes mayores que las de alegría o estímulos neutros, lo que podría atribuirse a un mayor nivel de activación inducido por emociones negativas (Luo et al., 2010). Además, al distinguir entre subcomponentes P3a y P3b, se han reportado patrones opuestos según la valencia: el enojo genera una menor amplitud en el P3a pero una mayor en el P3b en comparación con la alegría (Willis et al., 2010; Calvo & Beltrán, 2013). Estos hallazgos sugieren que el P300 constituye una herramienta valiosa para investigar el procesamiento emocional y su interacción con el procesamiento cognitivo.

### **5.2.1 PREs en el procesamiento emocional en tareas de atención (*Oddball*)**

En el paradigma *Oddball* con estímulos emocionales, el componente P300, y particularmente su subcomponente P3b, ha sido ampliamente estudiado debido a su rol clave en la integración de información emocional y atencional, así como por su papel en el procesamiento cognitivo consciente (Schlüter & Bermeitinger, 2017).

La evidencia muestra que los ensayos *Target* que presentan estímulos emocionales, en comparación con los neutros, evocan amplitudes mayores y latencias más cortas del P300 (Briggs & Martin, 2009; Campanella et al., 2013). Este patrón es especialmente claro para los estímulos negativos de alta activación emocional, como los rostros de miedo, que generan mayores amplitudes del P3a y del P3b en comparación con expresiones de alegría, de tristeza o neutras (Campanella et al., 2002, 2004, 2010). Asimismo, se ha observado que el nivel de activación emocional, más que la valencia por sí sola, constituye un factor central de la modulación del P3: estímulos altamente activadores, ya sean positivos o negativos, generan amplitudes mayores y latencias más breves del P3b en comparación con estímulos de baja activación (Rozenkrants & Polich, 2008; Briggs & Martin, 2009).

El procesamiento de las expresiones faciales emocionales, y sus correlatos electrofisiológicos como el P300, se desarrolla progresivamente a lo largo del ciclo vital. Por ejemplo, Kestenbaum y Nelson (1992) observaron que, en adultos, los rostros de alegría evocaban una mayor amplitud en el componente P3b en comparación con los rostros de enojo. En contraste, los niños presentaban el patrón inverso, lo que sugiere que la complejidad semántica y perceptual del enojo podría representar un desafío particular para el procesamiento emocional en etapas tempranas del desarrollo. No obstante, la interpretación de estas diferencias en adultos aún no es del todo clara.

Asimismo, se han documentado diferencias relevantes entre adolescentes y adultos en la forma de procesar estímulos emocionales displacenteros. En un estudio de Yuan et al. (2015), adolescentes (13–14 años) y adultos jóvenes (20–22 años) realizaron una tarea *Two-choice Oddball*, en la que se presentaban imágenes con distintos niveles de valencia negativa (alta, media y neutra). En ambos grupos, los estímulos altamente negativos generaron menores amplitudes del P3 en regiones centrales y frontales en comparación con los neutros, lo que podría reflejar una inhibición atencional similar hacia contenidos

emocionales irrelevantes durante la tarea. Sin embargo, los adultos mostraron amplitudes del P300 significativamente mayores que los adolescentes en las regiones frontales, frontocentrales y centrales, lo que podría indicar una mayor eficiencia o madurez en los mecanismos de evaluación e inhibición emocional controlada.

### **5.2.2 PREs en el procesamiento emocional en tareas de inhibición (*Go/No-Go*)**

Las tareas *Go/No-Go*, combinadas con el registro de los PREs, han permitido explorar los correlatos neurofisiológicos de la inhibición conductual ante estímulos emocionales. En este contexto, se ha propuesto que el componente *GoP3* en el paradigma *Go/No-Go* emocional está relacionado con la relevancia motivacional del estímulo, mientras que el *P3NoGo* se asocia con la evaluación de estímulos emocionales y la inhibición motora (Zhang & Lu, 2012). Además, se ha sugerido que el grado de activación emocional de los estímulos modula los procesos cognitivos al redirigir los recursos atencionales debido a su importancia adaptativa, lo que se refleja en las diferencias observadas en el componente P3 en el paradigma *Go/No-Go* (Verbruggen & De Houwer, 2007).

Diversos estudios han demostrado que los estímulos emocionales afectan la amplitud y latencia del componente P3, lo que evidencia una interferencia sobre los procesos de inhibición (Albert et al., 2010; Ramos-Loyo et al., 2013). En términos generales, tanto estímulos de valencia positiva como negativa tienden a generar una mayor amplitud del P3 en comparación con estímulos neutros, lo que sugiere una mayor demanda de recursos atencionales y de control cognitivo ante estímulos con carga afectiva (Ramos-Loyo et al., 2013; Zhang & Lu, 2012; Megías et al., 2017).

En la adolescencia, se ha evidenciado que los estímulos emocionales negativos ejercen un impacto significativo sobre los mecanismos de inhibición conductual. Por ejemplo, Ramos-Loyo et al. (2017) encontraron que los contextos emocionales negativos se asocian

con mayores latencias del P3 en ensayos *No-Go* frente a los *Go*, lo que refleja un mayor tiempo de procesamiento para inhibir respuestas en esta etapa del desarrollo. De manera similar, Sun et al. (2020) reportaron que, en la adolescencia tardía, las expresiones de enojo evocan una mayor amplitud del P3 en comparación con las de alegría, lo cual sugiere una mayor demanda de recursos cognitivos para inhibir respuestas ante emociones percibidas como amenazantes.

### **III. Planteamiento del problema**

La adolescencia es una etapa crítica del desarrollo caracterizada por una mayor impulsividad, búsqueda de recompensas y susceptibilidad a la influencia social, lo que conlleva un aumento en la participación en conductas de riesgo. Estas manifestaciones conductuales se vinculan con un desequilibrio madurativo que impacta directamente la capacidad de los adolescentes para modular su conducta en contextos sociales y emocionales, por lo que el estudio de los mecanismos cognitivos implicados en dicha regulación resulta esencial para comprender su desarrollo y vulnerabilidades.

En la vida cotidiana, los adolescentes se enfrentan continuamente a estímulos emocionales de alta carga social, como los rostros, los cuales poseen una gran relevancia biológica y social. En esta etapa, estas señales cobran especial importancia en la búsqueda de aprobación, pertenencia y aceptación dentro del grupo de pares, influyendo significativamente en la conducta y el bienestar emocional adolescente. En particular, las expresiones de alegría y enojo representan valencias emocionales opuestas, de aproximación y evitación, respectivamente, que permiten evaluar el procesamiento de estímulos que evocan respuestas contrarias y altamente relevantes para el entorno social. La capacidad para ejercer un adecuado control cognitivo ante estas señales constituye un componente central de la regulación socioemocional durante la adolescencia.

Los procesos de atención selectiva e inhibición de respuesta son pilares del control cognitivo y se desarrollan de forma interdependiente a lo largo de la adolescencia. La atención permite focalizar los recursos cognitivos en estímulos relevantes, mientras que la inhibición permite suprimir respuestas inapropiadas o no deseadas. Se ha propuesto que la atención constituye una condición previa para la inhibición, ya que la información debe primero ser seleccionada antes de poder ser controlada o suprimida. De este modo, la eficiencia atencional podría predecir el desempeño inhibitorio. Esta relación podría manifestarse con mayor claridad ante estímulos emocionales, dado que estos son altamente salientes y demandan una mayor asignación de recursos atencionales para modular la respuesta conductual, lo que requiere la activación coordinada de redes frontoparietales y frontocentrales. Sin embargo, la evidencia empírica sobre la interacción entre ambos procesos, especialmente en población adolescente, sigue siendo limitada.

Una manera robusta de estudiar esta relación es mediante los paradigmas *Oddball* y *Go/No-Go*, que comparten una estructura experimental basada en la presentación de estímulos frecuentes e infrecuentes, aunque difieren en la instrucción de respuesta: el paradigma *Oddball* demanda detectar y responder a los estímulos infrecuentes (*Target*), mientras que el *Go/No-Go* requiere inhibir la respuesta ante ellos (*No-Go*). Esta similitud estructural, junto con la diferencia funcional, permite comparar directamente los correlatos neurales de la atención y la inhibición bajo condiciones equivalentes de control experimental. Además, el uso de rostros emocionales permite que la tarea refleje mejor las demandas reales a las que se enfrenta la población adolescente.

Para examinar los correlatos neurofisiológicos de estos procesos, los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) ofrecen una herramienta ideal, ya que permiten evaluar la actividad eléctrica cerebral con una excelente resolución temporal. En comparación con otras técnicas de análisis del EEG, los PREs posibilitan la identificación de componentes como el

P3, asociado con procesos específicos como el control inhibitorio, la evaluación de la respuesta y la asignación de recursos atencionales, en correspondencia con la actividad de redes frontoparietales y frontocentrales. Esto los convierte en un método particularmente sensible para estudiar la interacción entre atención e inhibición.

Hasta el momento, solo un estudio previo del laboratorio ha examinado la relación entre ambos procesos ante expresiones faciales emocionales, en población adulta. Sin embargo, dada la relevancia de la adolescencia como periodo de reorganización neurofuncional, resulta necesario examinar cómo interactúan estos mecanismos en un momento del desarrollo en que los sistemas de control cognitivo aún maduran y la sensibilidad a los estímulos emocionales y a la influencia social es particularmente alta. Comprender dicha interacción permitirá establecer un marco teórico más integral sobre el papel de la atención y la inhibición en la regulación conductual y emocional adolescente. Asimismo, aportará evidencia empírica que podría orientar el diseño de estrategias psicoeducativas e intervenciones dirigidas al fortalecimiento del control de impulsos y emociones, así como a la identificación temprana de perfiles de riesgo en el desarrollo socioemocional.

Con base en lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Puede un mayor nivel de atención predecir un mayor desempeño inhibitorio ante expresiones emocionales en adolescentes, así como en la amplitud del componente P3, evaluado mediante los paradigmas Oddball y Go/No-Go?

### **Objetivo general**

Determinar si un mayor nivel de atención puede predecir una mayor eficacia en la inhibición de la respuesta ante expresiones emocionales en adolescentes, tanto en el

desempeño conductual como en el componente P3 a través de los paradigmas *Oddball* y *Go/No-Go*.

### **Objetivos específicos**

1. Diferenciar el desempeño conductual y la amplitud del componente P3 entre las tareas *Oddball* y *Go/No-Go* en las condiciones de alegría, enojo y la condición control en adolescentes.
2. Identificar si el porcentaje de respuestas correctas en el paradigma *Oddball* predice el porcentaje de inhibiciones correctas en el paradigma *Go/No-Go*.
3. Identificar si una mayor amplitud de P3 predice un mayor porcentaje de respuestas e inhibiciones correctas en las tareas *Oddball* y *Go/No-Go*, respectivamente.
4. Identificar si una mayor amplitud de P3 en la tarea *Oddball* predice una mayor amplitud en la tarea *Go/No-Go*.
5. Evaluar la relación entre variables disposicionales y el desempeño conductual en las tareas *Oddball* y *Go/No-Go*.

### **Hipótesis general**

Un mayor número de aciertos en el paradigma *Oddball* predecirá un mayor número de inhibiciones el paradigma *Go/No-Go* especialmente en las condiciones emocionales.

Asimismo, una mayor amplitud del componente P3 en la tarea *Oddball* predecirá una mayor amplitud de este componente en la tarea *Go/No-Go*, especialmente en las condiciones emocionales.

### **Hipótesis específicas**

1. En ambas tareas, *Oddball* y *Go/No-Go*, se observarán mayores aciertos en la condición control en comparación con las condiciones emocionales (alegría y enojo).

Asimismo, se observará un mayor porcentaje de aciertos en la condición de alegría en comparación con la condición de enojo en ambas tareas. En cuanto a la amplitud de P3, se observará mayor amplitud de este componente en la condición de enojo en comparación con la control y la condición de alegría en ambas tareas.

2. Se observará que mayor número de aciertos en la tarea *Oddball* predecirá un mayor número de inhibiciones correctas en la tarea *Go/No-Go*, relación que será más evidente en las condiciones emocionales.
3. Se observará que una mayor amplitud de P3 en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* predecirá una mejor ejecución, particularmente en las condiciones emocionales. Asimismo, una mayor amplitud de P3 en los ensayos *No-Go* de la tarea *Go/No-Go* predecirá un mayor porcentaje de inhibiciones correctas, con mayor efecto en las condiciones emocionales.
4. Se observará que una mayor amplitud de P3 en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* predecirá una mayor amplitud en los ensayos *No-Go* de la tarea *Go/No-Go*, especialmente bajo las condiciones emocionales.
5. Los puntajes más altos en ansiedad, depresión y las dificultades ejecutivas se correlacionarán negativamente con el desempeño conductual en las tareas *Oddball* y *Go/No-Go*, reflejado en una menor precisión y mayores tiempos de reacción.

### **Variables independientes**

- Tipo de ensayo emocional: sexo (control), alegría y enojo.

### **Variables dependientes**

- Atención selectiva: Porcentaje de respuestas correctas, tiempos de reacción y errores de omisión en el paradigma *Oddball*.

- Inhibición de respuesta: Porcentaje de inhibiciones correctas, tiempos de reacción y errores de comisión en el paradigma *Go/No-Go*.
- Amplitud del P3 medida en microvolts (mV).

## **IV. Método**

### **Consideraciones éticas**

El estudio se realizó siguiendo las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki (2013). Tanto los participantes adolescentes como sus padres o tutores proporcionaron su consentimiento informado por escrito, donde se explicaron detalladamente los procedimientos de la investigación. Los métodos de evaluación, los estímulos presentados y el registro del comportamiento no implicaron ningún riesgo para el bienestar físico, psicológico o emocional de los participantes. La confidencialidad de los datos personales se garantizó en todo momento. El estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Neurociencias de Guadalajara, bajo el código ET082023-373.

### **Participantes**

La muestra se conformó por un grupo de 44 adolescentes: 23 hombres y 21 mujeres. La edad de los participantes fue entre los 15 años y los 18 años 3 meses. La selección de la muestra se obtuvo a través de un muestreo no probabilístico de cuota con el fin de que los participantes cumplieran con las características de inclusión solicitadas.

A las mujeres, se les aplicó una versión adaptada del cuestionario de síntomas menstruales y premenstruales (Chesney y Tasto, 1975), modificada por Ramos-Loyo y Sanz-Martín (2017), con el propósito de asignarlas equitativamente a las fases lútea y folicular el día de la evaluación. Este procedimiento permitió controlar las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual, minimizando su influencia sobre las medidas conductuales y

electrofisiológicas y asegurando una distribución equilibrada de las participantes entre ambas fases. Los procedimientos de registro conductual y de la actividad eléctrica cerebral se llevaron a cabo en el Laboratorio de Psicofisiología de Procesos Cognitivos y Emocionales del Instituto de Neurociencias, de la Universidad de Guadalajara.

### **Criterios de inclusión**

1. Participación voluntaria.
2. Firma de consentimiento informado por el participante y padre o tutor.
3. Edades de 15 a 18 años.
4. Sin antecedentes de daño neurológico, trastornos del desarrollo o diagnósticos psiquiátricos evaluados por medio de una historia clínica.
5. Con estudios de preparatoria en curso o concluidos.
6. Lateralidad manual diestra (se excluyeron ambidiestros).
7. Visión normal o corregida.

### **Criterios de exclusión**

1. Abandono voluntario del experimento.
2. Problemas de artefactos con las señales del EEG.

### **Instrumentos**

#### **Selección de la muestra**

Se utilizaron los siguientes instrumentos para asegurar que los participantes cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron adaptados a formatos en línea a través de la plataforma de Google forms:

- Historia clínica: entrevista estructurada que permitió obtener datos generales, antecedentes médicos y de salud, así como posibles criterios de diagnóstico psiquiátrico en los adolescentes.
- Inventario de lateralidad de Edimburgo: cuestionario estandarizado diseñado para evaluar la preferencia manual de una persona, con el fin de determinar su lateralidad dominante.

Se utilizaron las siguientes escalas psicométricas para evaluar su potencial efecto modulador sobre el desempeño conductual, las cuales fueron adaptadas a formatos en línea a través de la plataforma de Google forms:

- Test de matrices progresivas de Raven: con esta prueba no verbal, se evaluó de manera general la habilidad de pensamiento abstracto y resolución de problemas novedosos. Se utilizó la versión corta de la prueba de matrices progresivas (12 años de edad en adelante) y su aplicación fue en línea (Hamel, 2006).
- IDARE: es un instrumento compuesto por 40 reactivos que evalúan la frecuencia de diferentes estados anímicos y corporales relacionados con la ansiedad tanto en el momento de la evaluación como en los rasgos ansiosos de la personalidad (Spielberger & Díaz-Guerrero, 1975).
- Inventario de depresión de Beck para niños y adolescentes (BYI-2): es un instrumento que consta de 20 afirmaciones relacionadas a la presencia o ausencia de síntomas de depresión. Cada afirmación tiene cuatro opciones de respuesta que van de 0 a 3. Se califica sumando los puntajes en cada uno de los reactivos y clasificando la sumatoria total de la siguiente manera: de 0 a 9 puntos: depresión mínima; de 10 a 16 puntos: depresión leve; de 17 a 29 puntos: depresión moderada; de 30 a 63 puntos: depresión severa.

- Escala Add Brown: es un cuestionario centrado en evaluar las alteraciones en el funcionamiento ejecutivo que pueden acompañar al TDAH. Se aplicó la versión para adolescentes (12 a 18 años), la cual está compuesta por 40 reactivos de tipo Likert con cuatro opciones de respuesta [nunca, una vez a la semana o menos, dos veces a la semana y casi siempre] (Brown, 1996).
- Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva-2 (BRIEF-2): es un cuestionario ampliamente reconocido en el contexto de la evaluación neuropsicológica. Consta de 55 reactivos tipo Likert con 3 opciones de respuesta (nunca, en ocasiones y frecuentemente), que permiten identificar alteraciones relacionadas con las funciones ejecutivas en ocho dominios: inhibición, autoconciencia, flexibilidad, control emocional, iniciativa, memoria de trabajo, planificación y organización y monitoreo de tareas (Gioia et al., 2015).

## **Estímulos**

Para la conformación de ambas tareas se emplearon fotografías a color de rostros masculinos y femeninos, extraídas del set de expresiones faciales NimStim (Tottenham et al., 2009) y de la base de datos Raudboud Faces (Langner et al., 2010). Se seleccionaron 8 rostros masculinos y 8 femeninos, sumando un total de 16 estímulos para cada una de las siguientes expresiones emocionales: alegría, tristeza, miedo, enojo, sorpresa, asco y neutra, con el fin de incrementar la validez ecológica y la complejidad perceptual de las tareas experimentales.

## **Tarea y software de estimulación**

Se emplearon dos paradigmas experimentales *Oddball* y *Go/No-Go*, cada uno con tres tareas: alegría, enojo y sexo, con el fin de evaluar la atención selectiva en el reconocimiento de expresiones emocionales y el control inhibitorio, respectivamente (Fig. 4).

Ambas tareas fueron administradas mediante una computadora de escritorio, utilizando un programa que presentaba los estímulos de forma secuencial en el centro de la pantalla. Los participantes debían responder presionando la barra espaciadora o absteniéndose de hacerlo, según la instrucción correspondiente a cada tarea.

En la tarea de sexo, se presentaron rostros neutros sin expresión emocional y los participantes respondieron en función del sexo del emisor. Cada condición en ambos tipos de tareas consistió en un total de 239 ensayos. En las tareas tipo *Oddball*, el 30% de los estímulos (72 estímulos) fueron ensayos *Target*, es decir, aquellos a los que los participantes debían responder según la condición correspondiente: las emociones de alegría, enojo o la condición neutra. Por otro lado, el 70% restante de los estímulos (167 estímulos) representaron estímulos *No-Target*, a los que los participantes no debían responder. Estos estímulos eran rostros que expresaban alegría, enojo, miedo, tristeza y asco, excepto cuando la condición evaluaba esa emoción específica. En la condición neutra, los participantes debían responder a los rostros de mujeres (*Target*).

En cuanto a la tarea *Go/No-Go*, el 30% de los estímulos (72 estímulos) correspondían a ensayos *No-Go*, es decir, aquellos a los que los participantes no debían responder según la condición: las emociones de alegría y enojo o la condición neutra. Por otro lado, el 70% de los estímulos (167 estímulos) eran estímulos *Go*, es decir, aquellos a los que los participantes debían responder. Estos estímulos eran rostros que expresaban alegría, enojo, miedo, tristeza y asco, excepto cuando la condición evaluaba esa emoción específica.

Antes de comenzar cada tarea, los participantes completaron dos pruebas de práctica para asegurarse de que habían comprendido la tarea. Cada ensayo iniciaba con una pantalla negra que se mantenía durante un tiempo variable entre 1200 ms y 1500 ms, seguida de la presentación de cada estímulo, que duraba 500 ms. A los participantes se les instruyó para que

respondieran a los estímulos *Target* presionando la tecla de espacio. Además, antes de responder en cada condición, los participantes leían las instrucciones en la pantalla.

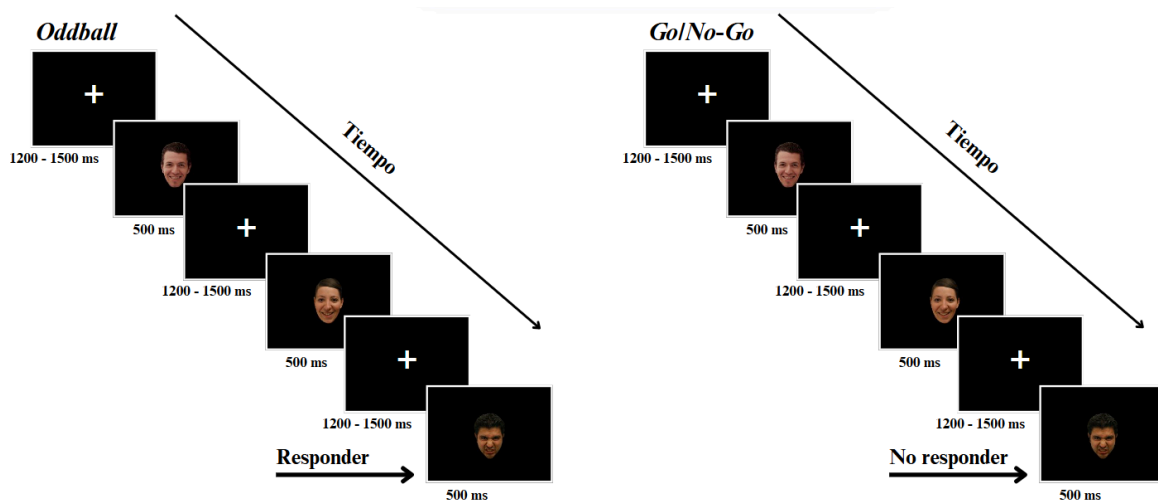
En la tarea *Oddball*, durante la condición de alegría, las instrucciones eran las siguientes:

“En el centro de la pantalla aparecerán diferentes rostros que expresan distintos tipos de emociones. Por favor, responde únicamente a la emoción de ALEGRÍA presionando la tecla de espacio. Intenta responder lo más rápido y preciso posible.”

En la tarea *Go/No-Go*, durante la condición de enojo, las instrucciones eran:

“En el centro de la pantalla aparecerán diferentes rostros que expresan distintos tipos de emociones. Por favor, no respondas cuando el rostro exprese ENOJO, sin embargo, cuando el rostro exprese cualquier otra emoción, presiona la tecla de espacio.”

Cada tarea tuvo una duración aproximada de 7 minutos. La duración total de la actividad fue de aproximadamente 65 minutos, lo que incluyó las dos pruebas de práctica, las seis condiciones experimentales y los descansos entre condiciones.



**Figura 4.** Tarea *Oddball* y tarea *Go/No-Go*. Ejemplos del tren de estímulos de cada tarea. Mientras que en la tarea *Oddball* los participantes deben responder al tipo de estímulo indicado (sexo, alegría o enojo), en la tarea *Go/No-Go* deben suprimir su respuesta ante el mismo.

Las imágenes fueron editadas con Photoshop CS6 para ajustar el contraste, brillo y tamaño, además de eliminar elementos distractores que pudieran interferir en el reconocimiento del sexo del rostro, por lo que se eliminó el cabello, cuello y orejas, dejando únicamente el contorno y los rasgos faciales. La tarea se implementó utilizando el software para diseño e implementación de experimentos conductuales PsychoPy versión 2020.2, un programa de código abierto que permite crear y ejecutar experimentos de psicología y neurociencia mediante interfaces gráficas o programación en Python.

### **Medidas conductuales**

En la evaluación conductual de la tarea *Oddball*, se analizaron el porcentaje de respuestas correctas, los errores por omisión y comisión, así como el tiempo de reacción. El tiempo de reacción se definió como el intervalo entre la presentación del estímulo y la ejecución de la respuesta. Se consideraron respuestas correctas aquellas que cumplían con precisión las instrucciones proporcionadas a los participantes. Los errores por omisión correspondieron a la falta de respuesta ante un estímulo *Target*, mientras que los errores por comisión se identificaron como respuestas emitidas ante estímulos *No-Target*, seleccionando expresiones faciales distintas a las indicadas al inicio de la condición.

En las tareas *Go/No-Go*, se evaluó el porcentaje de respuestas correctas y los tiempos de reacción en los ensayos *Go*, mientras que en los ensayos *No-Go* se midió el número de inhibiciones correctas.

### **Equipo y registro de EEG**

Se registró la actividad eléctrica cerebral durante la realización de las tareas descritas utilizando un equipo de electroencefalografía marca: Neuronix, modelo Medicid 5. Se utilizó un gorro con 128 electrodos, de los cuales se analizaron 30 derivaciones basadas en el sistema

internacional 10-10. Como referencia, se utilizaron los lóbulos de las orejas conectados en cortocircuito, y se colocaron electrodos en la zona orbicular lateral de los ojos para detectar artefactos relacionados con parpadeos. La impedancia se mantuvo por debajo de 15 k $\Omega$ , con un registro a una frecuencia de muestreo de 500 Hz y un filtro entre 0.05 y 50 Hz.

Se analizaron segmentos de 1000 ms, tomando 100 ms pre-estímulo y 900 ms post-estímulo, considerando únicamente los ensayos correctos. Tras una inspección visual, se seleccionaron entre 30 y 40 segmentos libres de artefactos para el análisis de los potenciales relacionados con eventos (PREs). Para evaluar la amplitud del componente P3 de los PREs, se utilizó el método de medición de voltaje pico a pico. Esta metodología es especialmente útil en el análisis de los PREs, ya que captura de manera precisa la magnitud de la respuesta eléctrica asociada al procesamiento de estímulos emocionales, minimizando el impacto de variaciones de línea base y facilitando comparaciones entre condiciones y participantes.

### **Análisis Estadístico**

Para evaluar el efecto modulador de distintas variables disposicionales, se realizaron análisis correlacionales entre el desempeño conductual de las tareas *Oddball* y *Go/No-go* y los puntajes de las siguientes escalas psicométricas: Raven, IDARE, Inventario de depresión de Beck para niños y adolescentes, Escala Add Brown, BRIEF-2. Para evaluar los datos conductuales de aciertos en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* y las inhibiciones correctas de la *Go/No-Go* se realizaron Análisis de Varianza de medidas repetidas con el factor condiciones para cada tarea de manera independiente. Además, para evaluar las diferencias de amplitud del componente P3, se realizó un Análisis de Varianza de medidas repetidas de 2 factores, condiciones y electrodos, para cada tarea. Se utilizó un análisis de regresión lineal para evaluar el efecto de predicción de la variable de aciertos en la tarea *Oddball* sobre las inhibiciones correctas en la tarea *Go/No-Go*. Asimismo, se aplicó este tipo de análisis para

evaluar si la amplitud del P3 en la primera tarea predecía la amplitud de la segunda.

Finalmente, con el objetivo de ver si la amplitud del P3 podría predecir la ejecución conductual, se aplicó la regresión lineal en ambas tareas.

## V. Resultados

### Características de la muestra

Se evaluó a 44 participantes (21 mujeres y 23 hombres) de entre 15 y 18 años. Todos cumplieron con los criterios de inclusión evaluados a partir de la historia clínica y la prueba de lateralidad de Edimburgo. La Tabla 1, muestra las medias y desviaciones estándar de las variables de caracterización.

**Tabla 1.** Caracterización de la muestra.

FACTOR	<i>M (DE)</i>
Edad	16 (.94)
Raven	47.27 (5.18)
Escala Add Brown (EAB)	54.4 (8.45)
IDARE (Estado)	40 (1.11)
IDARE (Rasgo)	45.9 (9.95)
Inventario de depresión de Beck (BYI-2)	18.79 (22.76)
BRIEF-2: Índice de Regulación Conductual (BRI)	57.2 (18.2)
BRIEF-2: Índice de Regulación Emocional (ERI)	56.9 (17.9)
BRIEF-2: Índice de Regulación Cognitiva (CRI)	58.9 (18.6)
BRIEF-2: Puntaje General (PG)	58.9 (18.4)

*Nota.* Se presentan medias (*M*) y desviaciones estándar (*DE*).

## Correlación entre escalas psicométricas y desempeño conductual

En la Tabla 2 y 3 se muestran los análisis correlacionales entre el puntaje de las escalas psicométricas y el número de aciertos y tiempos de reacción en las tareas *Oddball* y *Go/No-Go* respectivamente.

**Tabla 2.** Correlación entre escalas psicométricas y desempeño en *Oddball*.

	Raven	IDARE Estado	IDARE Rasgo	EAB	BYI-2	BRIEF (BRI)	BRIEF (ERI)	BRIEF (CRI)	BRIEF (PG)
No-Target Sexo	r=-.10 p=.51	r=.07 p=.61	r=.02 p=.85	r=.03 p=.81	r=.02 p=.87	r=-.12 p=.43	r=-.11 p=.47	r=-.06 p=.67	r=-.10 p=.50
Target Sexo	r=.27 p=.07	r=.09 p=.53	r=-.06 p=.67	r=.04 p=.77	r=-.06 p=.67	r=-.03 p=.80	r=.03 p=.81	r=-.12 p=.43	r=-.06 p=.69
TR Target Sexo	<b>r=.31*</b> <b>p=.03</b>	r=-.02 p=.85	r=-.17 p=.26	r=-.08 p=.60	r=-.11 p=.46	r=.01 p=.90	r=.009 p=.95	r=-.05 p=.71	r=-.02 p=.88
No-Target Alegría	r=.11 p=.45	r=.03 p=.82	r=.17 p=.24	r=.19 p=.19	r=.21 p=.17	r=.02 p=.85	r=.07 p=.63	r=.14 p=.34	r=.08 p=.58
Target Alegría	r=.18 p=.22	<b>r=.30*</b> <b>p=.04</b>	r=.24 p=.11	r=.23 p=.12	<b>r=.33*</b> <b>p=.02</b>	r=.02 p=.87	r=.05 p=.74	r=.003 p=.98	r=.03 p=.83
TR Target Alegría	r=.06 p=.67	r=.001 p=.99	r=-.07 p=.61	r=.004 p=.98	r=.007 p=.96	r=.11 p=.47	r=.02 p=.85	r=.14 p=.34	r=.10 p=.48
No-Target Enojo	r=.02 p=.86	r=.15 p=.32	r=.14 p=.35	r=-.02 p=.88	r=.16 p=.28	r=.08 p=.58	r=.12 p=.42	r=.16 p=.29	r=.14 p=.35
Target Enojo	r=.10 p=.51	r=.18 p=.22	r=.08 p=.59	r=.16 p=.28	r=.03 p=.81	<b>r=-.28*</b> <b>p=.05</b>	r=-.21 p=.16	r=-.24 p=.11	r=-.24 p=.10
TR Target Enojo	r=.08 p=.57	r=.01 p=.94	r=-.04 p=.75	r=-.03 p=.83	r=-.01 p=.93	r=.09 p=.53	r=.008 p=.95	r=.11 p=.45	r=.08 p=.57

*Nota.* Las diferencias significativas se indican en negritas por .05=\*, <.01=\*\*. TR=tiempo de reacción.

**Tabla 3.** Correlación entre escalas psicométricas y desempeño en *Go/No-Go*.

	Raven	IDARE Estado	IDARE Rasgo	EAB	BYI-2	BRIEF (BRI)	BRIEF (ERI)	BRIEF (CRI)	BRIEF (PG)
Go Sexo	r=.04 p=.75	<b>r=.40**</b> <b>p=.006</b>	r=.26 p=.07	r=.19 p=.21	r=.18 p=.23	r=.01 p=.94	r=-.03 p=.82	r=-.05 p=.74	r=-.02 p=.88
No-Go Sexo	<b>r=.43**</b> <b>p=.003</b>	r=.08 p=.57	r=-.007 p=.96	r=-.07 p=.60	r=.06 p=.66	r=.07 p=.63	r=.16 p=.29	r=.10 p=.51	r=.11 p=.47

TR Go	<b>r=.43**</b>	r=.13	r=.02	r=.06	r=.16	r=.14	r=.11	r=.14	r=.14
Sexo	<b>p=.004</b>	p=.38	p=.88	p=.69	p=.28	p=.33	p=.44	p=.33	p=.34
Go Alegría	r=-.003	r=.14	r=.09	r=.11	r=-.02	r=.05	r=-.002	r=-.03	r=.007
	p=.98	p=.35	p=.53	p=.47	p=.87	p=.72	p=.98	p=.82	p=.96
No-Go Alegría	r=.25	r=.01	r=-.09	r=-.14	r=-.09	r=-.06	r=-.01	r=-.02	r=-.03
	p=.09	p=.90	p=.53	p=.33	p=.55	p=.69	p=.93	p=.86	p=.83
TR Go Alegría	r=.07	r=.02	r=-.009	r=-.04	r=.04	r=.10	r=.07	r=.08	r=.09
	p=.64	p=.86	p=.95	p=.79	p=.78	p=.51	p=.62	p=.56	p=.56
Go Enojo	r=.003	r=.26	r=.21	r=.19	r=.19	r=-.09	r=-.13	r=-.06	r=-.07
	p=.98	p=.08	p=.15	p=.20	p=.21	p=.56	p=.40	p=.68	p=.63
No-Go Enojo	r=.17	r=-.004	r=-.07	r=-.09	r=-.04	r=-.008	r=.07	r=.05	r=.03
	p=.26	p=.97	p=.65	p=.54	p=.76	p=.95	p=.62	p=.73	p=.82
TR Go Enojo	<b>r=.30*</b>	r=.08	r=-.07	r=-.001	r=.02	r=.16	r=.09	r=.12	r=.12
	<b>p=.04</b>	p=.57	p=.62	p=.99	p=.88	p=.28	p=.53	p=.43	p=.41

*Nota. Las diferencias significativas se indican en negritas por .05=\*, <.01=\*\*. TR=tiempo de reacción.*

## Resultados conductuales

### Resultados Oddball

Se observó un efecto principal de emoción en los ensayos de baja probabilidad de aparición (*Target*) de la tarea *Oddball* ( $F(2,86)= 26.55, p<.001, \eta^2=.38$ ) en el que la condición de enojo tuvo un menor porcentaje de aciertos en comparación con sexo ( $p<.001$ ) y alegría ( $p<.001$ ) (Fig. 5). Asimismo, se observó un efecto principal de emoción en los ensayos frecuentes *No-Target* ( $F(2,86)= 131, p<.001, \eta^2=.658$ ) en el que la condición de enojo tuvo un mayor porcentaje de errores de comisión en comparación con sexo ( $p<.001$ ) y alegría ( $p<.001$ ).

### Tiempos de reacción Oddball

Se observó un efecto principal de emoción en los tiempos de reacción de la tarea *Oddball* ( $F(2,86)= 174.92, p<.001, \eta^2=.80$ ), en el que los ensayos *Target* de la condición de

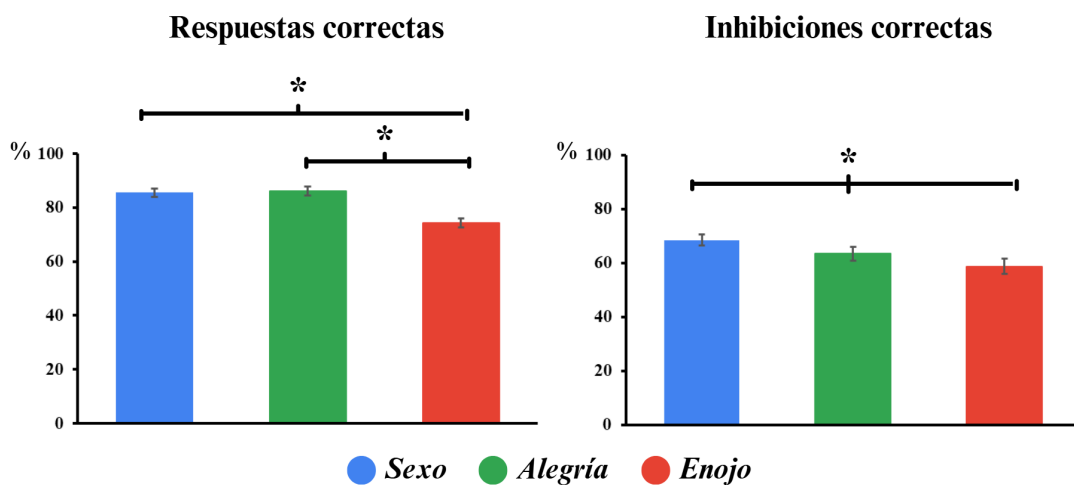
sexo tuvieron un menor tiempo de reacción en comparación con los de alegría ( $p < .001$ ) y enojo ( $p < .001$ ) (Fig. 6).

### **Resultados Go/No-Go**

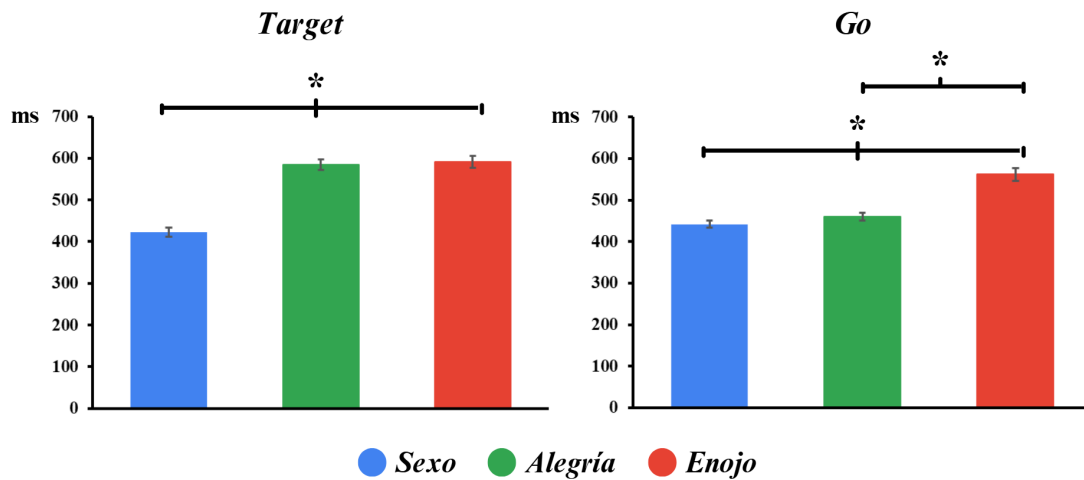
Se observó un efecto principal de emoción en los ensayos de baja probabilidad de aparición (*No-Go*) de la tarea *Go/No-Go* ( $F(2,86) = 9.17$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .17$ ), en el que hubo mayor porcentaje de inhibiciones correctas en la condición de sexo en comparación con alegría ( $p = .05$ ) y enojo ( $p < .001$ ) (Fig. 5). Asimismo, se observó un efecto principal de emoción en los ensayos *Go* ( $F(2,86) = 168$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .586$ ) en el que la condición de enojo tuvo un menor porcentaje de aciertos en comparación con sexo ( $p < .001$ ) y alegría ( $p < .001$ ).

### **Tiempos de reacción Go/No-Go**

Se observó un efecto principal de emoción en los tiempos de reacción de la tarea *Go/No-Go* ( $F(2,86) = 88.31$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .67$ ), en el que los ensayos *Go* de la condición de sexo tuvieron un menor tiempo de reacción en comparación con los de alegría ( $p = .01$ ) y enojo ( $p < .001$ ), y los ensayos *Go* de la condición de alegría en comparación con los de enojo ( $p < .001$ ) (Fig. 6).



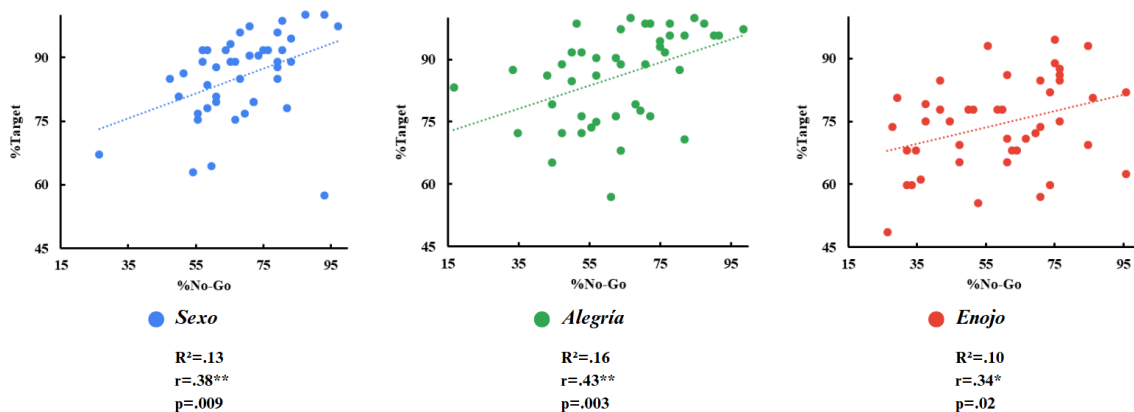
**Figura 5.** Desempeño Conductual. Número de respuestas correctas en la tarea Oddball e inhibiciones correctas en la tarea Go/No-Go.



**Figura 6.** Tiempos de reacción. Ensayos Target de la tarea Oddball y ensayos Go de la tarea Go/No-Go.

### Regresión lineal

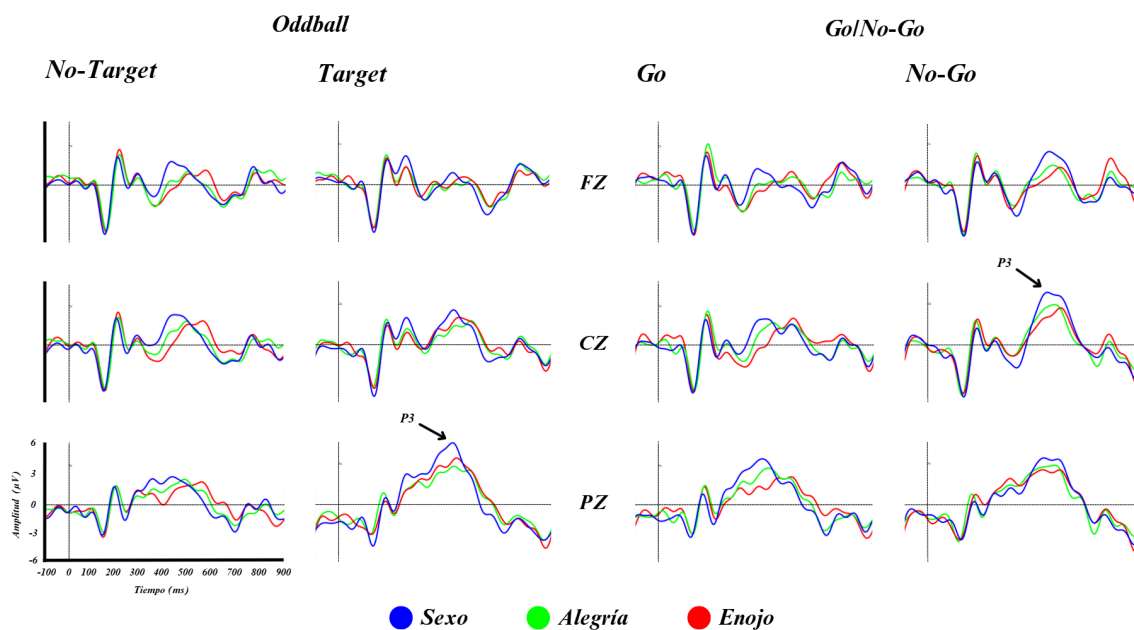
El porcentaje de aciertos en los ensayos Target de la tarea Oddball predijo el porcentaje de inhibiciones correctas en los ensayos No-Go para cada condición de la tarea: sexo ( $R^2=.13$ ,  $r=.38$ ,  $p=.009$ ), alegría ( $R^2=.16$ ,  $r=.43$ ,  $p=.003$ ) y enojo ( $R^2=.10$ ,  $r=.34$ ,  $p=.02$ ). (Fig.7).



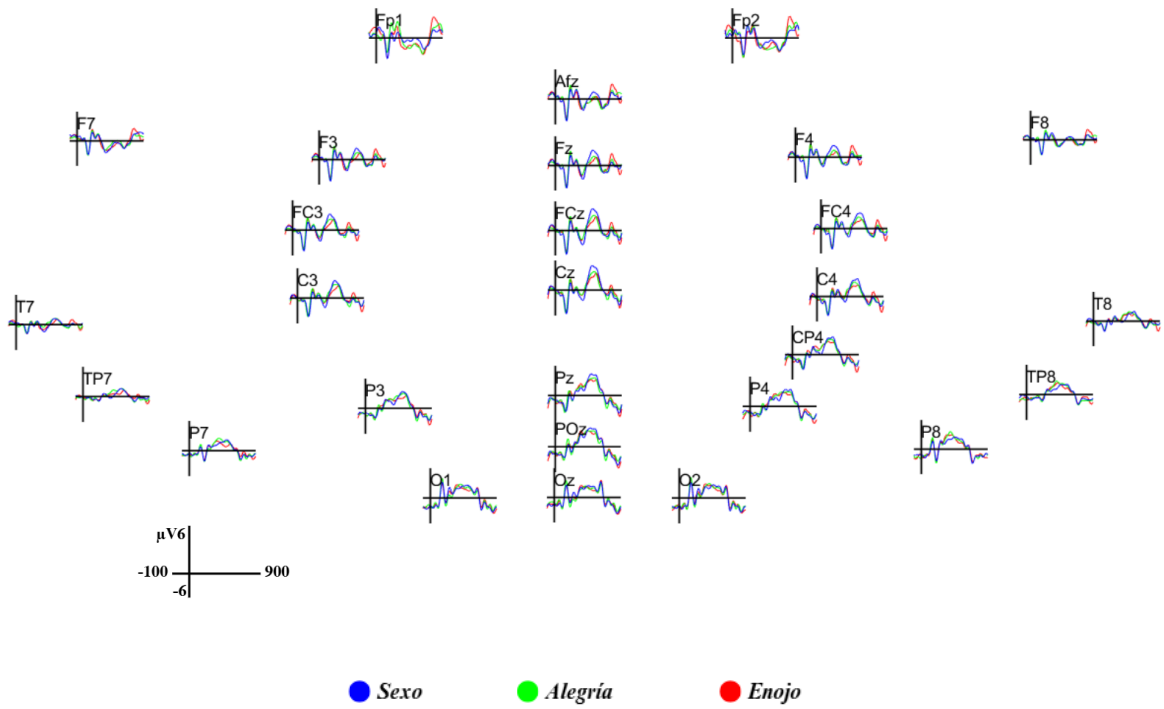
**Figura 7.** Regresión lineal entre el porcentaje de aciertos en los ensayos Target de la tarea Oddball y el porcentaje de inhibiciones correctas en los ensayos No-Go en la tarea Go/No-Go en cada condición.

## Resultados electrofisiológicos

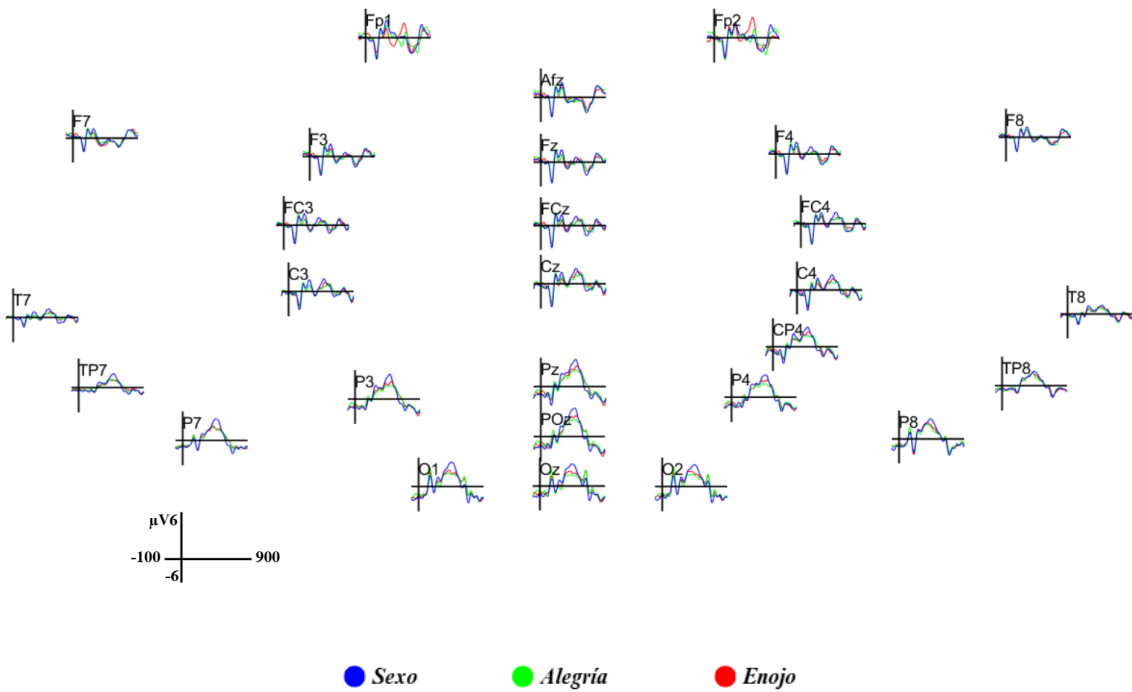
Se evaluó el componente P3 tanto en la tarea *Oddball*, como en la tarea *Go/No-Go*. En ambas tareas, este componente presentó una mayor amplitud entre los 300 y 600 ms. No obstante, como se muestra en la Figura 8, el componente P3 fue más prominente en regiones parietales durante la tarea *Oddball*, mientras que en la tarea *Go/No-Go* mostró una distribución predominantemente central. Además, en la tarea *Oddball*, la amplitud del P3 fue mayor en los ensayos *Target* que en los *No-Target* ( $p=.01$ ), mientras que en la tarea *Go/No-Go*, los ensayos *No-Go* generaron una mayor amplitud que los ensayos *Go* ( $p<.001$ ). En las figuras 9 y 10, se puede apreciar la distribución topográfica de los PREs en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* y los ensayos *No-Go* de la tarea *Go/No-Go*, respectivamente.



**Figura 8.** Grandes promedios de los potenciales relacionados a eventos en ambas tareas: *Oddball* y *Go/No-Go*.



**Figura 9.** Distribución topográfica Oddball.



**Figura 10.** Distribución topográfica Go/No-Go.

## **Componente P3**

### **Tarea *Oddball***

#### **Diferencias entre condiciones**

No se observaron diferencias significativas en la amplitud entre las condiciones experimentales en los ensayos *Target* ( $F(2,86) = .23, p = .78, \eta^2 = .001$ ).

#### **Diferencias entre regiones**

Se encontró un efecto principal significativo del factor electrodos en los ensayos *Target* ( $F(2,86) = 46, p < .001, \eta^2 = .12$ ). La amplitud del P3 fue mayor en Pz que en Cz ( $p = .009$ ) y que en Fz ( $p < .001$ ), asimismo, la amplitud en Cz fue mayor que en Fz ( $p < .001$ ).

### **Tarea *Go/No-Go***

#### **Diferencias entre condiciones**

Se encontró un efecto principal significativo del factor condiciones en los ensayos *No-Go* ( $F(2,86) = 4.63, p = .01, \eta^2 = .03$ ). La amplitud del P3 únicamente fue mayor en la condición de sexo que en la de enojo ( $p = .01$ ).

#### **Diferencias entre regiones**

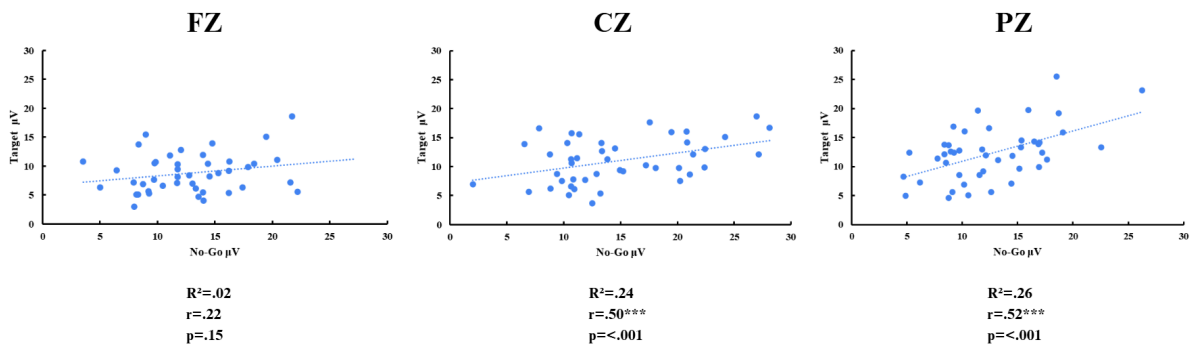
Se encontró un efecto principal significativo entre electrodos en los ensayos *No-Go* ( $F(2,86) = 11.92, p < .001, \eta^2 = .03$ ). La amplitud del P3 fue mayor en Cz que en Pz ( $p < 0.001$ ) y Fz ( $p < 0.001$ ).

### **Regresión lineal con la amplitud del P3**

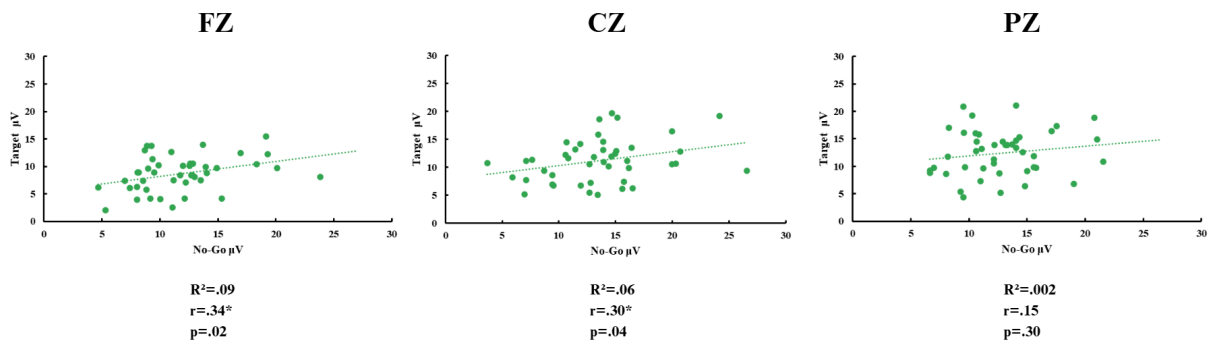
La amplitud del P3 en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* predijo la amplitud en los ensayos *No-Go* en la tarea *Go/No-Go* en el electrodo Cz en las tres condiciones: sexo

( $R^2=.24$ ,  $r=.50$ ,  $p<.001$ ), alegría ( $R^2=.68$ ,  $r=.30$ ,  $p=.048$ ) y enojo ( $R^2=.13$ ,  $r=.38$ ,  $p=.009$ ). En la región Fz, se observó esta relación en alegría ( $R^2=.09$ ,  $r=.34$ ,  $p=.02$ ) y enojo ( $R^2=.07$ ,  $r=.31$ ,  $p=.04$ ), mientras que en Pz solo se presentó en la condición de sexo ( $R^2=.26$ ,  $r=.53$ ,  $p<.001$ ) (Fig. 11).

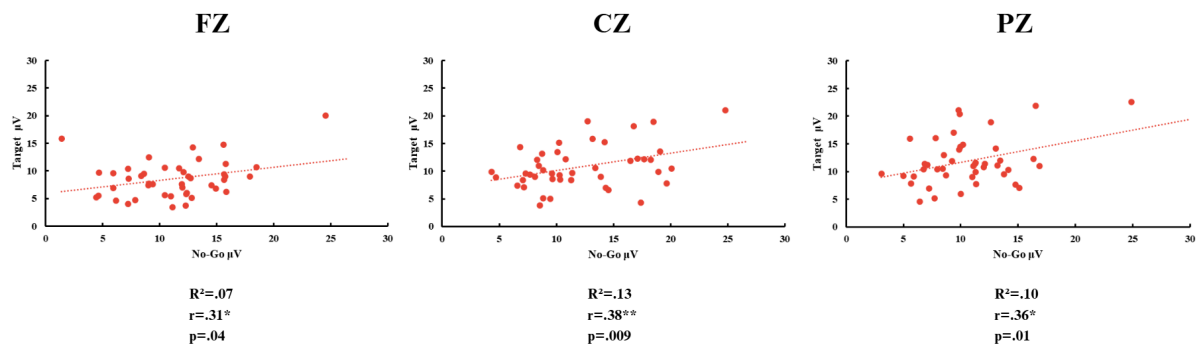
## Sexo



## Alegría



## Enojo



**Figura 11.** Regresión lineal de la amplitud de los electrodos de la línea media.

## **Regresión lineal de amplitud y ejecución conductual**

No se encontró una relación entre la amplitud del P3 y el porcentaje de respuestas correctas en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball*, ni con el porcentaje de inhibiciones correctas en la tarea *Go/No-Go*.

## **Resumen de resultados**

### **Resultados conductuales**

Se observó un menor porcentaje de aciertos en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* bajo la condición de enojo, en comparación con las condiciones de alegría y sexo.

En los ensayos *No-Go* de la tarea *Go/No-Go*, la condición de sexo presentó un mayor porcentaje de inhibiciones correctas que las condiciones de alegría y enojo. Mientras que en los ensayos *Go* se observó una mayor cantidad de errores en la condición de enojo, en comparación con las condiciones de alegría y sexo.

En ambas tareas, se encontraron tiempos de reacción más cortos en la condición de sexo en comparación con las condiciones emocionales. Además, en la tarea *Go/No-Go*, los tiempos de reacción fueron menores en la condición de alegría que en la de enojo.

El porcentaje de aciertos en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* predijo el porcentaje de inhibiciones correctas en los ensayos *No-Go* en todas las condiciones de la tarea *Go/No-Go*: con mayor significancia en la alegría, después el sexo y finalmente el enojo.

### **Resultados electrofisiológicos**

#### **Diferencias entre condiciones**

Se observó una mayor amplitud del componente P3 en los ensayos *No-Go* en la condición de sexo en comparación con la de enojo. En los ensayos *Target*, no se encontraron

diferencias significativas en la amplitud del P3 entre las distintas condiciones de la Tarea *Oddball*.

### **Regresión lineal entre tareas**

Una mayor amplitud del P3 en los ensayos *Target* predijo una mayor amplitud en los *No-Go* en las tres condiciones en CZ, en alegría y enojo en Fz, y en sexo y enojo en Pz.

### **Regresión lineal entre amplitud y ejecución conductual**

No hubo relación entre la amplitud del P3 y el porcentaje de aciertos en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball*, ni con las inhibiciones correctas en la tarea *Go/No-Go*.

## **VI. Discusión**

El presente estudio tuvo como objetivo determinar si un mayor nivel de atención puede predecir una mayor eficacia en la inhibición de la respuesta ante expresiones emocionales en adolescentes, tanto en el desempeño conductual como en el componente P3 a través de los paradigmas *Oddball* y *Go/No-Go*.

Se observó un menor porcentaje de aciertos en la condición de enojo en ambas tareas así como mayores tiempos de reacción. Asimismo, se encontró una relación predictiva entre el desempeño atencional y el control inhibitorio para cada condición de la tarea, siendo más prominente en la condición de alegría. A nivel electrofisiológico se observó una mayor amplitud del componente P3 en los ensayos *No-Go* en la condición de sexo en comparación con la de enojo, mientras que en la tarea *Oddball* no se encontraron diferencias entre condiciones. Por último se encontró una relación predictiva entre la amplitud del P3 *Oddball* con el P3 *Go/No-Go*, sin embargo esta relación no se observó entre la actividad eléctrica cerebral y el desempeño conductual para ninguna de las tareas.

A continuación, se discutirán primero los resultados conductuales y, posteriormente, los hallazgos relacionados con los PREs.

### **Resultados conductuales**

Los resultados conductuales muestran que la emoción moduló de manera similar la ejecución de ambas tareas, impactando de manera comparable los procesos de atención e inhibición en los adolescentes. En la tarea *Oddball*, el menor porcentaje de aciertos en los ensayos *Target* bajo la condición de enojo sugiere que los estímulos con valencia negativa captan recursos atencionales de forma automática, interfiriendo con la instrucción de la tarea, tal como se ha observado en investigaciones previas (Kestenbaum & Nelson, 1992; Ramos-Loyo & Sanz-Martin, 2017; Chai et al., 2012; Rossignol et al., 2012). De manera similar, en la tarea *Go/No-Go*, la menor proporción de inhibiciones correctas frente al enojo refleja que la regulación de respuestas automáticas, especialmente ante estímulos negativos, exige un mayor esfuerzo de control cognitivo, particularmente en una etapa en la que las regiones de control prefrontal siguen en desarrollo (Casey et al., 2008; Brown et al., 2015). Los rostros de enojo, al representar una potencial amenaza, activan procesos de evaluación y evitación lo cual requiere un procesamiento visoespacial más complejo que otras emociones, lo que probablemente incrementa la demanda de recursos atencionales y dificulta el desempeño conductual (Montirosso et al., 2010; Blair, 2012; Pandey & Gupta, 2023).

Por su parte, la condición de alegría también mostró mayor dificultad para ser inhibida en comparación con la condición control de sexo, lo que podría deberse a su relevancia social y a la tendencia natural a promover conductas de acercamiento (O'Doherty et al., 2003; Montague & Berns, 2002). En contraste, la condición control de reconocimiento del sexo resultó la más sencilla en ambas tareas, ya que no implicaba la discriminación explícita de emociones, un proceso que es cognitivamente más complejo que la identificación del sexo de

un rostro que en el contexto de una tarea cognitiva, no genera la misma interferencia que los estímulos emocionales (Ramos-Loyo et al., 2013; Megías et al., 2017).

Se ha propuesto que la conducta adaptativa se organiza en torno a dos sistemas motivacionales: uno apetitivo, orientado a la búsqueda de recompensas, y otro defensivo, encargado de responder a amenazas. La activación de estos sistemas implica procesos que facilitan la asignación de recursos atencionales, la captura de información, la activación simpática y, dependiendo del contexto, la ejecución de acciones de aproximación o huida (Lang & Bradley, 2013). Así, los hallazgos podrían relacionarse con la activación del sistema defensivo frente al enojo y del sistema apetitivo frente a la alegría. Por lo tanto, debido a su relevancia biológica y social, ambas expresiones emocionales generan una mayor demanda de recursos atencionales que la condición control, y ante la necesidad de ejecutar respuestas rápidas, se observa un efecto de interferencia.

Los tiempos de reacción más rápidos en la condición de sexo y más prolongados frente al enojo en ambas tareas, refuerzan la noción de que los estímulos emocionales, especialmente los de valencia negativa tienden a ralentizar los tiempos de respuesta en este tipo de tareas durante la adolescencia, lo cual es congruente con el efecto de interferencia previamente discutido (Ramos-Loyo et al., 2017; Cohen-Gilbert & Thomas, 2013). En conjunto, los resultados conductuales podrían reflejar la interacción entre mecanismos *bottom-up* que propician una elevada reactividad socioemocional y mecanismos *top-down* aún en desarrollo que limitan el control cognitivo, contribuyendo a la dificultad para regular la atención y la inhibición durante la adolescencia (Perlman et al., 2014; Vetter et al., 2015).

Al comparar de forma descriptiva estos hallazgos con el estudio de Orozco-Díaz (2023), el cual utilizó una metodología idéntica para evaluar una población adulta, se observa un efecto modulador de la emoción similar: el enojo dificulta el desempeño en ambas tareas. Sin embargo, en la población adolescente la alegría tiende a incrementar los errores en la tarea

*Go/No-Go*, mientras que en los adultos, este efecto es menos pronunciado, posiblemente reflejando diferencias en la sensibilidad a estímulos positivos y en la maduración de los circuitos que sustentan el control inhibitorio (Somerville et al., 2011; Galván, 2021). Por lo tanto, durante la adolescencia, la influencia de emociones con valencia positiva podría tener un peso relativamente mayor en la ejecución conductual, lo que coincide con la evidencia de que los estímulos gratificantes adquieren especial relevancia en esta etapa del desarrollo, pudiendo interferir con la regulación de respuestas automáticas (Steinberg et al., 2008; Somerville et al., 2011).

Asimismo, los resultados mostraron que el porcentaje de respuestas correctas en la tarea *Oddball* predijo la proporción de inhibiciones correctas en la tarea *Go/No-Go* en las tres condiciones. Es decir, los adolescentes que identificaron con mayor precisión los estímulos relevantes también fueron más capaces de suprimir respuestas automáticas, evidenciando una interdependencia funcional entre atención e inhibición. Esta relación puede explicarse porque la atención selectiva actúa como un mecanismo previo que optimiza la representación de los estímulos relevantes y permite una asignación más eficiente de los recursos de control (Fiebelkorn & Kastner, 2020). Al facilitar la detección temprana de señales significativas, el sistema atencional podría estar contribuyendo en la activación de redes frontocentrales implicadas en la regulación de la respuesta motora, lo que a su vez facilitaría la inhibición (Wrege et al. 2022, Zhao et al., 2023). Desde esta perspectiva, la atención no sólo determinaría qué información se procesa, sino que también modularía la eficacia con que se suprimen las respuestas inapropiadas, influyendo a nivel perceptivo y motor.

Aunque esta relación se observó de forma consistente, su magnitud varió según la emoción, mostrando un patrón bimodal: fue más fuerte ante expresiones de alegría y más débil ante las de enojo. Este patrón sugiere que la valencia emocional modula el acoplamiento entre atención e inhibición, facilitando su integración ante estímulos de aproximación y

atenuándola frente a señales de amenaza o evitación. En la adolescencia, esta influencia emocional se ve amplificada por una mayor sensibilidad a las recompensas sociales y al valor afectivo de las señales interpersonales, lo que hace que la atención se oriente preferentemente hacia estímulos emocionalmente significativos (Galván, 2021; Somerville et al., 2011). Este sesgo atencional puede potenciar o interferir con la inhibición según la naturaleza del estímulo, dando lugar a un control más dependiente del contexto afectivo y social (Wieckowski et al., 2019). En comparación, en adultos la relación entre atención e inhibición se muestra más selectiva, lo que sugiere que con el desarrollo se afina la capacidad para modular la influencia emocional sobre el control cognitivo (Orozco-Díaz, 2023).

Aunque el objetivo principal del estudio se centró en examinar el efecto de los estímulos emocionales sobre los procesos de atención e inhibición y la relación entre el desempeño de ambas tareas, los análisis correlacionales con las escalas psicométricas sugieren que variables cognitivas y emocionales también pueden modular la ejecución conductual.

Un mayor CI medido por el Raven se asoció con un control inhibitorio más eficiente y con una menor tendencia a respuestas impulsivas, lo que sugiere que las capacidades cognitivas generales favorecen una mejor autorregulación conductual (Aydune et al., 2020; Constantini & Hoving, 1972). Por otro lado, la ansiedad transitoria (IDARE Estado) y los síntomas depresivos (BYI-2) facilitaron la detección de rostros de alegría, lo que podría reflejar un sesgo adaptativo orientado hacia estímulos positivos en contextos de malestar emocional (Fredrickson et al., 2008; Greco, 2010). Por último, las dificultades en la autorregulación conductual (BRIEF) se asociaron con un peor rendimiento en la tarea de atención ante el reconocimiento del enojo, sugiriendo que los déficits de control ejecutivo cotidiano se traducen en una menor eficacia para procesar estímulos emocionales de valencia negativa (Schmeichel & Demaree, 2010; Ching & Chan, 2020; Sanchez-Ceballos, 2023). En

suma, los hallazgos evidencian que las diferencias individuales en recursos cognitivos y emocionales modulan el desempeño, lo que permite entender de forma más amplia cómo la emoción impacta los procesos de atención e inhibición.

### **Resultados electrofisiológicos**

Los resultados electrofisiológicos evaluados a partir de la amplitud del componente P3 en adolescentes aportan información sobre los mecanismos atencionales e inhibitorios y su modulación por estímulos emocionales. Contrario a lo esperado, no se observó un aumento de la amplitud del P3 en los ensayos *Target* para las condiciones emocionales, lo que contrasta con estudios previos en tareas *Oddball* (Rozenkrants & Polich, 2008; Schlüter & Bermeitinger, 2017). Esta discrepancia podría reflejar la maduración aún incompleta de la red frontoparietal, que limita la eficiencia en la asignación de recursos atencionales frente a estímulos emocionales complejos (Marek & Dosenbach, 2018; Monk et al., 2003). Además, el hecho de que la tarea incluyera únicamente rostros, estímulos de gran relevancia social independientemente de la expresión, podría haber atenuado las diferencias en la amplitud del P3 entre las condiciones emocionales y la condición control (Quinn & Macrae, 2011; Schlüter & Bermeitinger, 2017).

En cambio, en los ensayos *No-Go* de la tarea *Go/No-Go*, se observó una mayor amplitud del P3 en la condición control que en la de enojo, la cual mostró el peor desempeño conductual, sugiriendo que la ausencia de interferencia emocional favorece la asignación de recursos cognitivos para la inhibición de respuestas automáticas. Este patrón difiere de los hallazgos en adultos, donde los estímulos emocionales suelen evocar mayor P3 (Albert et al., 2010, 2012; Megías et al., 2017), pero coincide con estudios en adolescentes que no reportan diferencias en la amplitud del P3 frente a contextos emocionales (Ramos-Loyo et al., 2017). Sin embargo, los resultados sugieren que, en adolescentes, los rostros modulan el P3 de

manera distinta a los contextos emocionales, probablemente por su mayor relevancia adaptativa y por la inmadurez de las redes fronto-centrales (Brown et al., 2015; Hare et al., 2008; Somerville et al., 2011).

No se observaron asociaciones entre la amplitud del componente P3 y el desempeño conductual en ninguna de las tareas. Sin embargo, una mayor amplitud del P3 en los ensayos *Target* de la tarea *Oddball* predijo un incremento en la amplitud del mismo componente durante los ensayos *No-Go* de la tarea *Go/No-Go*, específicamente en Cz para las tres condiciones, en Fz para las condiciones de alegría y enojo, y en Pz para las condiciones de sexo y enojo.

Comparando estos hallazgos con los resultados reportados por Orozco-Díaz (2023) en adultos, se observa un patrón similar en términos de predicción de la amplitud del P3 *Oddball* sobre la amplitud en *Go/No-Go*, especialmente en las condiciones de sexo y alegría, lo que sugiere la existencia de mecanismos compartidos de atención e inhibición que se mantienen a lo largo del desarrollo. Además, a diferencia de los adultos, en los adolescentes no se encontró que el P3 predijera el desempeño conductual en ninguna de las tareas, lo que destaca la influencia del desarrollo madurativo en los correlatos neurofisiológicos de atención y control inhibitorio (Monk et al., 2003; Hare et al., 2008; Somerville et al., 2011).

Durante la adolescencia, el cerebro muestra mayor inestabilidad y variabilidad funcional, reflejada en marcadores como la latencia del P3b, que continúa disminuyendo hasta alrededor de los 17 años (Fuchigami et al., 1995; Tsai et al., 2012). Esta dinámica evidencia que la eficiencia en la discriminación de estímulos y la orientación atencional sigue en consolidación, especialmente frente a expresiones de enojo que requieren mayor control cognitivo (Sun et al., 2020). En contraste, los adultos presentan una relación más consistente entre el P3 y el desempeño conductual, indicando mayor madurez en los mecanismos de atención y regulación emocional (Orozco-Díaz, 2023).

Otra posible explicación de la ausencia de ciertos efectos podría ser de índole metodológico en el análisis de la amplitud de los potenciales. En el presente estudio se empleó el método de pico a pico, que consiste en calcular la diferencia de amplitud entre el pico máximo de un potencial y el pico máximo del potencial adyacente anterior (Huerta-Chávez et al., 2022). Su principal ventaja es que permite medir la amplitud que está libre del ruido residual, cambios de corriente directa y otros artefactos que pueden existir desde la línea base (Handy, 2005). Sin embargo, cuando la morfología de la señal no es del todo clara, como suele ocurrir en el caso del cerebro adolescente, puede ser conveniente utilizar una metodología distinta para obtener esos parámetros (Downes et al., 2017).

Algunas de las alternativas más utilizadas en este tipo de casos son el análisis de componentes principales (PCA), o la medición de la integral de los valores de voltaje del área bajo la curva, ya que estas permiten capturar patrones más estables de actividad eléctrica cerebral y extraer información que no depende estrictamente de la identificación de un pico definido, lo cual podría facilitar la detección de asociaciones más consistentes entre las variaciones en la señal electrofisiológica y el desempeño conductual (Dien et al., 2007; Huerta-Chavez et al., 2022).

Asimismo, resulta pertinente considerar el análisis de otros componentes como el N2, asociado con el monitoreo del conflicto y la preparación inhibitoria (Bokura et al., 2001; Folstein & Van Petten, 2008; Zhang & Lu, 2012). La amplitud de este componente se ha vinculado con la dificultad para inhibir una respuesta (Géczy et al., 1999) y se ha observado que puede ser modulada por el contenido emocional de los estímulos a inhibir, tanto en adultos (Ramos-Loyo et al., 2016) como en adolescentes (Ramos-Loyo et al., 2017). Incluirlo en futuros análisis podría aportar mayor claridad sobre los mecanismos implicados en la inhibición de rostros emocionales. En el caso particular de la tarea *Oddball*, aunque son pocos los estudios que evalúan el N2, bajo el marco metodológico de la presente investigación sería

posible establecer vínculos entre las respuestas electrofisiológicas de ambas tareas, lo que permitiría explorar posibles mecanismos de control compartidos.

En conjunto, los hallazgos del presente estudio muestran que durante la adolescencia la emoción modula de manera significativa los procesos de atención e inhibición, tanto a nivel conductual como electrofisiológico, aunque con un patrón distinto al reportado en adultos. La interferencia generada por expresiones de enojo y alegría evidencia que los estímulos socialmente relevantes captan recursos atencionales de forma automática, dificultando la ejecución de tareas cognitivamente demandantes. Asimismo, la relación observada entre desempeño atencional e inhibitorio, junto con la ausencia de asociaciones consistentes entre el P3 y la conducta, sugiere que ambos procesos comparten mecanismos aún en consolidación, limitados por la inmadurez de las redes fronto-centrales y frontoparietales. En este sentido, los resultados aportan evidencia de que la adolescencia constituye una etapa de transición en la que la sensibilidad socioemocional y el desarrollo incompleto del control cognitivo configuran un funcionamiento menos eficiente que en la adultez, lo que permite comprender mejor las bases neurocognitivas de la regulación emocional en esta etapa del desarrollo.

Estos resultados abonan a construir un marco teórico integral y predictivo sobre la interacción entre la atención e inhibición en la regulación de la conducta adolescente, abriendo la posibilidad de traducir estos hallazgos en aplicaciones concretas. En primer lugar, permite fundamentar estrategias de intervención psicoemocionales basadas en evidencia, enfocadas en fortalecer la regulación emocional mediante el entrenamiento del control atencional voluntario y la capacidad de inhibir respuestas impulsivas. Tales intervenciones podrían diseñarse en formatos grupales o escolares, integrando ejercicios de identificación de emociones y técnicas de autorregulación, con el fin de mejorar la capacidad de los adolescentes para manejar situaciones de conflicto social y personal.

En segundo lugar, estos resultados ofrecen un marco de referencia para desarrollar herramientas de identificación temprana de vulnerabilidades en el desarrollo socioemocional, a partir de indicadores conductuales o neurofisiológicos. Esto haría posible detectar perfiles de riesgo asociados a dificultades en la socialización, impulsividad o problemas de autorregulación que suelen consolidarse en la adultez. Asimismo, entrenar de forma dirigida los mecanismos de control atencional e inhibitorio, por medio de programas o tareas computarizadas, podría favorecer una mayor autorregulación frente a contextos de alta carga emocional, facilitando respuestas más flexibles y adaptativas en la vida cotidiana. Este enfoque preventivo, basado en la comprensión de los procesos subyacentes, contribuiría a promover trayectorias de desarrollo más saludables y a reducir la probabilidad de aparición de trastornos emocionales o conductuales en la adultez.

### **Limitaciones y miras hacia el futuro**

Finalmente, es importante señalar las limitaciones y miras hacia el futuro del presente estudio. Si bien el P3 constituye un indicador sensible del procesamiento atencional e inhibitorio, no refleja la totalidad de los procesos cognitivos involucrados en la ejecución de las tareas. En este sentido, resultaría pertinente ampliar el análisis incorporando otros componentes, como el N2 que refleja el monitoreo del conflicto y la preparación inhibitoria (Bokura et al., 2001; Folstein & Van Petten., 2008; Zhang & Lu, 2012), así como aquellos vinculados al procesamiento perceptual de la información, entre ellos el P100 y el N170 (Rossion et al., 2000; Utama et al., 2009; Luo et al., 2010).

Asimismo, es importante considerar crear grupos a partir de las características observadas en las escalas psicométricas, las cuales mostraron un efecto modulador sobre el desempeño conductual de la tarea.

Para futuros estudios, también podrían considerarse alternativas en el análisis de la amplitud de los PREs que integren información temporal y de amplitud de manera más robusta, como el área bajo la curva, la integral del componente o el análisis mediante componentes principales (PCA), lo que podría permitir detectar modulaciones más finas del P3 y su relación con la conducta.

## VII. Conclusiones

En conclusión, durante la adolescencia, un mejor desempeño atencional se asocia con una mayor capacidad de inhibición de respuestas automáticas en la adolescencia, aunque la influencia de los estímulos emocionales, especialmente los de valencia negativa, dificulta ambos procesos. A nivel electrofisiológico, la amplitud del P3 en tareas de atención predice la amplitud en tareas de inhibición, lo que sugiere un sustrato neural compartido, mientras que la relación entre actividad eléctrica cerebral y el desempeño conductual podría aún estar en desarrollo.

Metodológicamente, el empleo combinado de las tareas *Oddball* y *Go/No-Go* con estímulos emocionales representó una aproximación novedosa y pertinente para examinar de manera integrada los procesos de atención e inhibición. Este enfoque permitió observar la interacción funcional entre ambos mecanismos bajo un mismo marco experimental, aportando evidencia empírica que complementa los hallazgos previos obtenidos de forma aislada.

A nivel teórico, los hallazgos respaldan la idea de que la adolescencia es una etapa de reorganización neurocognitiva en la que los mecanismos de control *top-down* aún se encuentran en desarrollo, lo que explica la mayor sensibilidad emocional y las dificultades para regular la conducta.

En el ámbito aplicado, los resultados ofrecen una base empírica para diseñar programas de intervención que fortalezcan el control atencional e inhibitorio como vía para

mejorar la regulación emocional. Además, los indicadores conductuales y neurofisiológicos identificados podrían servir como herramientas de detección temprana de vulnerabilidades en el desarrollo socioemocional. En conjunto, este trabajo aporta elementos metodológicos, teóricos y prácticos que permiten comprender con mayor profundidad la interacción entre emoción, atención e inhibición durante la adolescencia, y su relevancia para promover un desarrollo más adaptativo en etapas posteriores.

### **VIII. Referencias bibliográficas**

- Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current opinion in neurobiology*, 12(2), 169-177. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(02\)00301-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(02)00301-X)
- Adolphs, R. (2010). Emotion. *Current Biology*, 20(13), R549-R552. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.05.046>
- Adolphs, R., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2003). Dissociable neural systems for recognizing emotions. *Brain and cognition*, 52(1), 61-69. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00009-5](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00009-5)
- Albert, J., López-Martín, S., & Carretié, L. (2010). Emotional context modulates response inhibition: neural and behavioral data. *Neuroimage*, 49(1), 914-921. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.045>
- Albert, J., López-Martín, S., Tapia, M., Montoya, D., & Carretie, L. (2012). The role of the anterior cingulate cortex in emotional response inhibition. *Human brain mapping*, 33(9), 2147-2160. <https://doi.org/10.1002/hbm.21347>
- Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American psychologist*, 55(5), 469. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.5.469>

- Aron, A. R. (2007). The neural basis of inhibition in cognitive control. *The neuroscientist*, 13(3), 214-228. <https://doi.org/10.1177/1073858407299288>
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 8(4), 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.010>
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2014). Inhibition and the right inferior frontal cortex: one decade on. *Trends in cognitive sciences*, 18(4), 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.003>
- Aspan, N., Bozsik, C., Gadoros, J., Nagy, P., Inantsy-Pap, J., Vida, P., & Halasz, J. (2014). Emotion recognition pattern in adolescent boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *BioMed research international*, 2014(1), 761340. <https://doi.org/10.1155/2014/761340>
- Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance. *Annu. Rev. Neurosci.*, 28(1), 403-450. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.28.061604.135709>
- Aydmune, Y., Introzzi, I., Zamora, E., & Stelzer, F. (2020). Inhibitory Processes and Fluid Intelligence: a Performance at Early Years of Schooling. *International journal of psychological research*, 13(1), 29–39. <https://doi.org/10.21500/20112084.4231>
- Azizian, A., Freitas, A. L., Watson, T. D., & Squires, N. K. (2006). Electrophysiological correlates of categorization: P300 amplitude as index of target similarity. *Biological psychology*, 71(3), 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.05.002>
- Banich, M. T., & Depue, B. E. (2015). Recent advances in understanding neural systems that support inhibitory control. *Current opinion in behavioral sciences*, 1, 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2014.07.006>

- Batty, M., & Taylor, M. J. (2006). The development of emotional face processing during childhood. *Developmental science*, 9(2), 207-220.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00480.x>
- Bayer, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2012). P1 and beyond: Functional separation of multiple emotion effects in word recognition. *Psychophysiology*, 49, 959–969.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2012.01381.x>
- Bayne, T., Brainard, D., Byrne, R. W., Chittka, L., Clayton, N., Heyes, C., ... & Webb, B. (2019). What is cognition?. *Current biology*, 29(13), R608-R615.  
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.05.044>
- Berridge, C. W., & Devilbiss, D. M. (2011). Psychostimulants as cognitive enhancers: the prefrontal cortex, catecholamines, and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 69(12), e101-e111.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.06.023>
- Blair, R. J. R. (2012). Considering anger from a cognitive neuroscience perspective. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(1), 65-74.  
<https://doi.org/10.1002/wcs.154>
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Brain development during puberty: state of the science. *Developmental science*, 9(1).  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00456.x>
- Blakemore, S. J., & Mills, K. L. (2014). Is adolescence a sensitive period for sociocultural processing?. *Annual review of psychology*, 65, 187-207.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115202>
- Bledowski, C., Prvulovic, D., Goebel, R., Zanella, F. E., & Linden, D. E. (2004). Attentional systems in target and distractor processing: a combined ERP and fMRI study. *Neuroimage*, 22(2), 530-540. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.12.034>

- Bokura, H., Yamaguchi, S., & Kobayashi, S. (2001). Electrophysiological correlates for response inhibition in a Go/NoGo task. *Clinical neurophysiology*, 112(12), 2224-2232. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(01\)00691-5](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(01)00691-5)
- Briggs, K. E., & Martin, F. H. (2009). Affective picture processing and motivational relevance: Arousal and valence effects on ERPs in an oddball task. *International Journal of Psychophysiology*, 72(3), 299-306. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.01.009>
- Brown, M. R., Benoit, J. R., Juhás, M., Lebel, R. M., MacKay, M., Dametto, E., ... & Greenshaw, A. J. (2015). Neural correlates of high-risk behavior tendencies and impulsivity in an emotional Go/NoGo fMRI task. *Frontiers in systems neuroscience*, 9, 24. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2015.00024>
- Brown, M. R., Lebel, R. M., Dolcos, F., Wilman, A. H., Silverstone, P. H., Pazderka, H., ... & Dursun, S. M. (2012). Effects of emotional context on impulse control. *Neuroimage*, 63(1), 434-446. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.056>
- Brown, T. E. (1996). *Brown ADD Sea/e*. San Antonio, Texas: Psychological Corporation.
- Buchsbaum, B. R., Greer, S., Chang, W. L., & Berman, K. F. (2005). Meta-analysis of neuroimaging studies of the Wisconsin Card-Sorting task and component processes. *Human brain mapping*, 25(1), 35-45. <https://doi.org/10.1002/hbm.20128>
- Buschman, T. J., & Kastner, S. (2015). From behavior to neural dynamics: an integrated theory of attention. *Neuron*, 88(1), 127-144. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.017>
- Caballero, A., Orozco, A., & Tseng, K. Y. (2021). Developmental regulation of excitatory-inhibitory synaptic balance in the prefrontal cortex during adolescence. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 118, pp. 60-63). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2021.02.008>

- Calvo, M. G., & Beltrán, D. (2013). Recognition advantage of happy faces: tracing the neurocognitive processes. *Neuropsychologia*, 51(11), 2051-2061.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.07.010>
- Campanella, S., Bourguignon, M., Peigneux, P., Metens, T., Nouali, M., Goldman, S., ... & De Tiège, X. (2013). BOLD response to deviant face detection informed by P300 event-related potential parameters: A simultaneous ERP–fMRI study. *NeuroImage*, 71, 92-103. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.12.077>
- Campanella, S., Bruyer, R., Froidbise, S., Rossignol, M., Joassin, F., Kornreich, C., . . . Verbanck, P. (2010). Is two better than one? A cross-modal oddball paradigm reveals greater sensitivity of the P300 to emotional face–voice associations. *Clinical Neurophysiology*, 121, 1855–1862. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2010.04.004>
- Campanella, S., Gaspard, C., Debatisse, D., Bruyer, R., Crommelinck, M., & Guerit, J. M. (2002). Discrimination of emotional facial expressions in a visual oddball task: an ERP study. *Biological psychology*, 59(3), 171-186.  
[https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(02\)00005-4](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(02)00005-4)
- Campanella, S., Rossignol, M., Mejias, S., Joassin, F., Maurage, P., Debatisse, D., ... & Guerit, J. M. (2004). Human gender differences in an emotional visual oddball task: an event-related potentials study. *Neuroscience letters*, 367(1), 14-18.  
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.05.097>
- Casey, B. J. (2015). Beyond simple models of self-control to circuit-based accounts of adolescent behavior. *Annual review of psychology*, 66, 295-319.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015156>
- Casey, B. J., Galván, A., & Somerville, L. H. (2016). Beyond simple models of adolescence to an integrated circuit-based account: a commentary. *Dev. Cogn. Neurosci.* 17, 128–130. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.12.006>

- Casey, B. J., Getz, S., & Galvan, A. (2008). The adolescent brain. *Developmental review*, 28(1), 62-77. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.08.003>
- Casey, B. J., Heller, A. S., Gee, D. G., & Cohen, A. O. (2019). Development of the emotional brain. *Neuroscience letters*, 693, 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.11.055>
- Casey, B. J., Jones, R. M., & Somerville, L. H. (2011). Braking and accelerating of the adolescent brain. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 21-33. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00712.x>
- Chai, H., Chen, W. Z., Zhu, J., Xu, Y., Lou, L., Yang, T., . . . Wang, W. (2012). Processing of facial expressions of emotions in healthy volunteers: An exploration with event-related potentials and personality traits. *Clinical Neurophysiology*, 42, 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2012.04.087>
- Ching, C. L. & Chan, V. L. (2020). Positive emotions, positive feelings and health: A life philosophy. *Linguistics and Culture Review*, 4(1), 1-14. <https://doi.org/10.37028/lingcure.v4n1.16>
- Cohen-Gilbert, J. E., & Thomas, K. M. (2013). Inhibitory control during emotional distraction across adolescence and early adulthood. *Child development*, 84(6), 1954-1966. <https://doi.org/10.1111/cdev.12085>
- Cohen, M. X. (2017). Where does EEG come from and what does it mean?. *Trends in neurosciences*, 40(4), 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2017.02.004>
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>
- Corbetta, M., Akbudak, E., Conturo, T. E., Snyder, A. Z., Ollinger, J. M., Drury, H. A., ... & Shulman, G. L. (1998). A common network of functional areas for attention and eye movements. *Neuron*, 21(4), 761-773. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80593-0](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80593-0)

- Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017>
- Costantini, A. F., & Hoving, K. L. (1973). The Relationship of Cognitive and Motor Response Inhibition to Age and IQ . *The Journal of Genetic Psychology*, 123(2), 309–319.  
<https://doi.org/10.1080/00221325.1973.10532690>
- Courtney, S. M. (2004). Attention and cognitive control as emergent properties of information representation in working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(4), 501-516. <https://doi.org/10.3758/CABN.4.4.501>
- D'Hondt, F., Szaffarczyk, S., Sequeira, H., & Boucart, M. (2016). Explicit and implicit emotional processing in peripheral vision: A saccadic choice paradigm. *Biological psychology*, 119, 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.07.014>
- Damasio, A. R. (2000). *A Second Chance for Emotion*. Cognitive Neuroscience of Emotion/Oxford University Press.
- Damian, S. I., Şchiopu, C., Dobrin, R., Boloş, A., & Ştefănescu, C. (2022). Neuro-bio-chemical balance within deviant delinquent behaviors in adolescents. *Bulletin of Integrative Psychiatry*, (1). <https://doi.org/10.36219/BPI.2022.1.07>
- De Sonneville, L. M. J., Verschoor, C. A., Njiokiktjien, C., Op her Veld, V., Toorenaar, N., & Vranken, M. (2002). Facial identity and facial emotions: Speed, accuracy, and processing strategies in children and adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(2), 200–213. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.2.200.989>
- Debener, S., Makeig, S., Delorme, A., & Engel, A. K. (2005). What is novel in the novelty oddball paradigm? Functional significance of the novelty P3 event-related potential as revealed by independent component analysis. *Cognitive Brain Research*, 22(3), 309-321. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.09.006>

- Dien, J., Khoe, W., & Mangun, G. R. (2007). Evaluation of PCA and ICA of simulated ERPs: Promax vs. Infomax rotations. *Human brain mapping*, 28(8), 742-763.  
<https://doi.org/10.1002/hbm.20304>
- Dillon, D. G., & Pizzagalli, D. A. (2007). Inhibition of action, thought, and emotion: a selective neurobiological review. *Applied and Preventive Psychology*, 12(3), 99-114.  
<https://doi.org/10.1016/j.appsy.2007.09.004>
- Ding, R., Li, P., Wang, W., & Luo, W. (2017). Emotion processing by ERP combined with development and plasticity. *Neural plasticity*, 2017(1), 5282670.  
<https://doi.org/10.1155/2017/5282670>
- Dosenbach, N. U., Fair, D. A., Cohen, A. L., Schlaggar, B. L., & Petersen, S. E. (2008). A dual-networks architecture of top-down control. *Trends in cognitive sciences*, 12(3), 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.01.001>
- Dosenbach, N. U., Visscher, K. M., Palmer, E. D., Miezin, F. M., Wenger, K. K., Kang, H. C., ... & Petersen, S. E. (2006). A core system for the implementation of task sets. *Neuron*, 50(5), 799-812. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.04.031>
- Downes, M., Bathelt, J. O. E., & De Haan, M. (2017). Event-related potential measures of executive functioning from preschool to adolescence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(6), 581-590. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13395>
- Duann, J. R., Ide, J. S., Luo, X., & Li, C. S. R. (2009). Functional connectivity delineates distinct roles of the inferior frontal cortex and presupplementary motor area in stop signal inhibition. *Journal of Neuroscience*, 29(32), 10171-10179.  
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1300-09.2009>
- Eimer, M., & Holmes, A. (2007). Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, 45(1), 15-31.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.022>

- Eimer, M., Holmes, A., & McGlone, F. P. (2003). The role of spatial attention in the processing of facial expression: an ERP study of rapid brain responses to six basic emotions. *Cognitive, affective, & behavioral neuroscience*, 3(2), 97-110.  
<https://doi.org/10.3758/CABN.3.2.97>
- Ekman, P. (1994). Strong evidence for universals in facial expressions: a reply to Russell's mistaken critique. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.2.268>
- Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. *Emotion review*, 3(4), 364-370. <https://doi.org/10.1177/1754073911410740>
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1975). *Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial clues*. NJ: Prentice Hall.
- Ekman, P., Friesen, W. V., O'sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider, K., ... & Tzavaras, A. (1987). Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of personality and social psychology*, 53(4), 712.  
<https://doi.org/10.1037//0022-3514.53.4.712>
- Ernst, M., Pine, D. S., & Hardin, M. (2006). Triadic model of the neurobiology of motivated behavior in adolescence. *Psychological medicine*, 36(3), 299-312.  
<https://doi.org/10.1017/S0033291705005891>
- Escera, C., Alho, K., Winkler, I., & Näätänen, R. (1998). Neural mechanisms of involuntary attention to acoustic novelty and change. *Journal of cognitive neuroscience*, 10(5), 590-604. <https://doi.org/10.1162/089892998562997>
- Falkenstein, M., Hoormann, J., & Hohnsbein, J. (1999). ERP components in Go/Nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta psychologica*, 101(2-3), 267-291.  
[https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00008-6](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00008-6)

- Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2005). The activation of attentional networks. *Neuroimage*, 26(2), 471-479.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.004>
- Fenske, M. J., & Raymond, J. E. (2006). Affective influences of selective attention. *Current Directions in Psychological Science*, 15(6), 312-316.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2006.00459.x>
- Fichtenholtz, H. M., Dean, H. L., Dillon, D. G., Yamasaki, H., McCarthy, G., & LaBar, K. S. (2004). Emotion–attention network interactions during a visual oddball task. *Cognitive Brain Research*, 20(1), 67-80.  
<https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.01.006>
- Fiebelkorn, I. C., & Kastner, S. (2020). Functional specialization in the attention network. *Annual review of psychology*, 71(1), 221-249.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-103429>
- Folstein, J. R., & Van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review. *Psychophysiology*, 45(1), 152-170.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00602.x>
- Fredrickson, B. L., Cohn, M. A., Coffey, K. A., Finkel, S. M., Kimberly, A. & Pek, J. (2008). Open hearts build lives: Positive emotions, induced through loving-kindness meditation, build consequential personal resources. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95, 1045-1062. <https://doi.org/10.1037/a0013262>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology: General*, 133(1), 101. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Fuchigami, T., Okubo, O., Ejiri, K., Fujita, Y., Kohira, R., Noguchi, Y., ... & Haradag, K. (1995). Developmental changes in P300 wave elicited during two different

- experimental conditions. *Pediatric Neurology*, 13(1), 25-28.  
[https://doi.org/10.1016/0887-8994\(95\)00086-U](https://doi.org/10.1016/0887-8994(95)00086-U)
- Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex—an update: time is of the essence. *Neuron*, 30(2), 319-333. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(01\)00285-9](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(01)00285-9)
- Galván A. (2021). Adolescent Brain Development and Contextual Influences: A Decade in Review. *Journal of research on adolescence : the official journal of the Society for Research on Adolescence*, 31(4), 843–869. <https://doi.org/10.1111/jora.12687>
- Géczy, I., Czigler, I., & Balázs, L. (1999). Effects of cue information on response production and inhibition measured by event-related potentials. *Acta Physiologica Hungarica*, 86(1), 37-44.
- Giedd, J. N. (2008). The teen brain: insights from neuroimaging. *Journal of adolescent health*, 42(4), 335-343. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2008.01.007>
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2015). BRIEF2: Behavior Rating Inventory of Executive Function (2nd ed.). Psychological Assessment Resources. <https://doi.org/10.1177/0829573518797762>
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., ... & Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179. <https://doi.org/10.1073/pnas.0402680101>
- Goldstein, A., Spencer, K. M., & Donchin, E. (2002). The influence of stimulus deviance and novelty on the P300 and novelty P3. *Psychophysiology*, 39(6), 781-790. <https://doi.org/10.1017/s004857720201048x>
- Goldstein, M., Brendel, G., Tuescher, O., Pan, H., Epstein, J., Beutel, M., ... & Silbersweig, D. (2007). Neural substrates of the interaction of emotional stimulus processing and

- motor inhibitory control: an emotional linguistic go/no-go fMRI study. *Neuroimage*, 36(3), 1026-1040. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.01.056>
- Greco, C., (2010). LAS EMOCIONES POSITIVAS: SU IMPORTANCIA EN EL MARCO DE LA PROMOCIÓN DE LA SALUD MENTAL EN LA INFANCIA. *Liberabit. Revista Peruana de Psicología*, 16(1), 81-93.
- Gross, J. J., & Jazaieri, H. (2014). Emotion, emotion regulation, and psychopathology: An affective science perspective. *Clinical psychological science*, 2(4), 387-401. <https://doi.org/10.1177/2167702614536164>
- Grotheer, M., Rosenke, M., Wu, H., Kular, H., Querdasi, F. R., Natu, V. S., ... & Grill-Spector, K. (2022). White matter myelination during early infancy is linked to spatial gradients and myelin content at birth. *Nature communications*, 13(1), 99. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28326-4>
- Gunnar, M. R., & Haan, M. D. (2009). *Methods in social neuroscience: Issues in studying development*.
- Guyer, A. E., Silk, J. S., & Nelson, E. E. (2016). The neurobiology of the emotional adolescent: From the inside out. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 70, 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.07.037>
- Haan, M. D., Pascalis, O., & Johnson, M. H. (2002). Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(2), 199-209. <https://doi.org/10.1162/089892902317236849>
- Halgren, E., Baudena, P., Heit, G., Clarke, M., & Marinkovic, K. (1994). Spatio-temporal stages in face and word processing. 1. Depth recorded potentials in the human occipital and parietal lobes. *Journal of Physiology-Paris*, 88(1), 1-50. [https://doi.org/10.1016/0928-4257\(94\)90092-2](https://doi.org/10.1016/0928-4257(94)90092-2)

- Halgren, E., Raji, T., Marinkovic, K., Jousmäki, V., & Hari, R. (2000). Cognitive response profile of the human fusiform face area as determined by MEG. *Cerebral cortex*, 10(1), 69-81. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.1.69>
- Hampshire, A., Chamberlain, S. R., Monti, M. M., Duncan, J., & Owen, A. M. (2010). The role of the right inferior frontal gyrus: inhibition and attentional control. *Neuroimage*, 50(3), 1313-1319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.12.109>
- Handy, T. C. (2005). Basic principles of ERP quantification. *Event-related potentials: A methods handbook*, 33-55.
- Hare, R. D., & Neumann, C. S. (2008). Psychopathy as a clinical and empirical construct. *Annu. Rev. Clin. Psychol.*, 4(1), 217-246. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091452>
- Hare, T. A., Tottenham, N., Davidson, M. C., Glover, G. H., & Casey, B. J. (2005). Contributions of amygdala and striatal activity in emotion regulation. *Biological psychiatry*, 57(6), 624-632. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.12.038>
- Hare, T. A., Tottenham, N., Galvan, A., Voss, H. U., Glover, G. H., & Casey, B. (2008). Biological substrates of emotional reactivity and regulation in adolescence during an emotional go-nogo task. *Biological psychiatry*, 63(10), 927-934. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.03.015>
- Haxby, J. V., & Gobbini, M. I. (2011). Distributed neural systems for face perception (pp. 93-110). *The Oxford handbook of face perception*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199559053.013.0006>
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in cognitive sciences*, 4(6), 223-233. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01482-0](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01482-0)

- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological psychiatry*, 51(1), 59-67.  
[https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(01\)01330-0](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(01)01330-0)
- Herba, C., & Phillips, M. (2004). Annotation: Development of facial expression recognition from childhood to adolescence: Behavioural and neurological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(7), 1185-1198.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00316.x>
- Huerta-Chávez, V., Rivera-Tello, S., & Ramos-Loyo, J. (2022). Los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs): una técnica para estudiar el funcionamiento del cerebro durante el procesamiento de información: Event-Related Potentials (ERPs): a technique to study brain functioning during information processing. *e-CUCBA*, (19), 183-194.  
<https://doi.org/10.32870/ecucba.vi19.278>
- Huettel, S. A., & McCarthy, G. (2004). What is odd in the oddball task?: Prefrontal cortex is activated by dynamic changes in response strategy. *Neuropsychologia*, 42(3), 379-386.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.07.009>
- Huster, R. J., Westerhausen, R., Pantev, C., & Konrad, C. (2010). The role of the cingulate cortex as neural generator of the N200 and P300 in a tactile response inhibition task. *Human brain mapping*, 31(8), 1260-1271. <https://doi.org/10.1002/hbm.20933>
- Iacono, W. G., Malone, S. M., & McGue, M. (2008). Behavioral disinhibition and the development of early-onset addiction: common and specific influences. *Annu. Rev. Clin. Psychol.*, 4(1), 325-348.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.4.022007.141157>
- Introzzi, I. M., Canet Juric, L., Aydmune, Y., & Stelzer, F. (2016). Perspectivas teóricas y evidencia empírica sobre la inhibición. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2), 351-368. <http://dx.doi.org/10.15446/rcp.v25n2.52011>

- Jordan, A. D., Dolcos, S., & Dolcos, F. (2013). Neural signatures of the response to emotional distraction: a review of evidence from brain imaging investigations. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 200. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00200>
- Itier, R. J., & Taylor, M. J. (2004). Face inversion and contrast-reversal effects across development: in contrast to the expertise theory. *Developmental Science*, 7(2), 246-260. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2004.00342.x>
- Kestenbaum, R., & Nelson, C. A. (1992). Neural and behavioral correlates of emotion recognition in children and adults. *Journal of experimental child psychology*, 54(1), 1-18. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(92\)90014-W](https://doi.org/10.1016/0022-0965(92)90014-W)
- Kim, H. (2014). Involvement of the dorsal and ventral attention networks in oddball stimulus processing: A meta-analysis. *Human brain mapping*, 35(5), 2265-2284. <https://doi.org/10.1002/hbm.22326>
- Kiss, M., Raymond, J. E., Westoby, N., Nobre, A. C., & Eimer, M. (2008). Response inhibition is linked to emotional devaluation: behavioural and electrophysiological evidence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 276. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.013.2008>
- Knight, R. T. (1997). Distributed cortical network for visual attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(1), 75-91. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.1.75>
- Kovarski, K., Latinus, M., Charpentier, J., Cléry, H., Roux, S., Houy-Durand, E., ... & Gomot, M. (2017). Facial expression related vMMN: disentangling emotional from neutral change detection. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 18. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00018>
- Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2013). Appetitive and defensive motivation: Goal-directed or goal-determined?. *Emotion Review*, 5(3), 230-234. <https://doi.org/10.1177/1754073913477511>

- Lawrence, K., Campbell, R., & Skuse, D. (2015). Age, gender, and puberty influence the development of facial emotion recognition. *Frontiers in psychology*, 6, 761.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00761>
- Lenroot, R. K., & Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30(6), 718–729.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.06.001>
- Lew, S. E., & Tseng, K. Y. (2014). Dopamine modulation of GABAergic function enables network stability and input selectivity for sustaining working memory in a computational model of the prefrontal cortex. *Neuropsychopharmacology*, 39(13), 3067-3076. <https://doi.org/10.1038/npp.2014.160>
- Li, H., Yuan, J., & Lin, C. (2008). The neural mechanism underlying the female advantage in identifying negative emotions: an event-related potential study. *Neuroimage*, 40(4), 1921-1929. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.01.033>
- Llamas-Alonso, L. A., Angulo-Chavira, A. Q., González-Garrido, A. A., & Ramos-Loyo, J. (2020). Emotional faces modulate eye movement control on an antisaccade task. *Neuropsychologia*, 136, 107276.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107276>
- Llamas-Alonso, L. A., Barrios, F. A., González-Garrido, A. A., & Ramos-Loyo, J. (2022). Emotional faces interfere with saccadic inhibition and attention re-orientation: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 173, 108300.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108300>
- Llamas-Alonso, L., Angulo-Chavira, A., & Ramos-Loyo, J. (2019). Behavioral and emotional regulation in adolescence: a psychophysiological approach. In M. Felicien (Ed.),

Understanding Early Adolescence: Perspectives, Behavior and Gender Differences  
(pp. 19–67). Nova Science Publishers.

Luck, S. J. (2014). An introduction to the event-related potential technique. MIT press.

Luna, B. (2009). Developmental changes in cognitive control through adolescence. *Advances in child development and behavior*, 37, 233-278.

[https://doi.org/10.1016/s0065-2407\(09\)03706-9](https://doi.org/10.1016/s0065-2407(09)03706-9)

Luna, B., Marek, S., Larsen, B., Tervo-Clemmens, B., & Chahal, R. (2015). An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual review of neuroscience*, 38(1), 151-170. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-034054>

Luo, W., Feng, W., He, W., Wang, N. Y., & Luo, Y. J. (2010). Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation. *Neuroimage*, 49(2), 1857-1867. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.018>

Mackie, M. A., Van Dam, N. T., & Fan, J. (2013). Cognitive control and attentional functions. *Brain and cognition*, 82(3), 301-312. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.05.004>

Marek, S., & Dosenbach, N. U. (2018). The frontoparietal network: function, electrophysiology, and importance of individual precision mapping. *Dialogues in clinical neuroscience*, 20(2), 133-140.

<https://doi.org/10.31887/DCNS.2018.20.2/smarek>

Megías, A., Gutiérrez-Cobo, M. J., Gómez-Leal, R., Cabello, R., & Fernández-Berrocal, P. (2017). Performance on emotional tasks engaging cognitive control depends on emotional intelligence abilities: an ERP study. *Scientific Reports*, 7(1), 16446.

<https://doi.org/10.1038/s41598-017-16657-y>

Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>

- Monachesi, B., Grecucci, A., Ahmadi Ghomroudi, P., & Messina, I. (2023). Comparing reappraisal and acceptance strategies to understand the neural architecture of emotion regulation: a meta-analytic approach. *Frontiers in Psychology*, 14, 1187092. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1187092>
- Monk, C. S., McClure, E. B., Nelson, E. E., Zarah, E., Bilder, R. M., Leibenluft, E., ... & Pine, D. S. (2003). Adolescent immaturity in attention-related brain engagement to emotional facial expressions. *Neuroimage*, 20(1), 420-428. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00355-0](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00355-0)
- Monk, C. S., Nelson, E. E., McClure, E. B., Mogg, K., Bradley, B. P., Leibenluft, E., ... & Pine, D. S. (2006). Ventrolateral prefrontal cortex activation and attentional bias in response to angry faces in adolescents with generalized anxiety disorder. *American Journal of Psychiatry*, 163(6), 1091-1097. <https://doi.org/10.1176/ajp.2006.163.6.1091>
- Montague, P. R., & Berns, G. S. (2002). Neural economics and the biological substrates of valuation. *Neuron*, 36(2), 265-284. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00974-1](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00974-1)
- Montirosso, R., Peverelli, M., Frigerio, E., Crespi, M., & Borgatti, R. (2010). The development of dynamic facial expression recognition at different intensities in 4- to 18-year-olds. *Social Development*, 19(1), 71-92. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9507.2008.00527.x>
- Morrison, J. H., & Foote, S. L. (1986). Noradrenergic and serotonergic innervation of cortical, thalamic, and tectal visual structures in Old and New World monkeys. *Journal of Comparative Neurology*, 243(1), 117-138. <https://doi.org/10.1002/cne.902430110>
- Mostofsky, S. H., Schafer, J. G., Abrams, M. T., Goldberg, M. C., Flower, A. A., Boyce, A., ... & Pekar, J. J. (2003). fMRI evidence that the neural basis of response inhibition is task-dependent. *Cognitive brain research*, 17(2), 419-430. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(03\)00144-7](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(03)00144-7)

- Munakata, Y., Herd, S. A., Chatham, C. H., Depue, B. E., Banich, M. T., & O'Reilly, R. C. (2011). A unified framework for inhibitory control. *Trends in cognitive sciences*, 15(10), 453-459. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.07.011>
- Nelson, E. E., & Guyer, A. E. (2011). The development of the ventral prefrontal cortex and social flexibility. *Developmental cognitive neuroscience*, 1(3), 233-245. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.01.002>
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy.
- O'Doherty, J., Winston, J., Critchley, H., Perrett, D., Burt, D. M., & Dolan, R. J. (2003). Beauty in a smile: the role of medial orbitofrontal cortex in facial attractiveness. *Neuropsychologia*, 41(2), 147-155. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00145-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00145-8)
- Orozco-Díaz, M. G. (2023). Relación entre la atención y la inhibición ante expresiones emocionales [Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara. <https://hdl.handle.net/20.500.12104/96487>
- Pandey, S., & Gupta, R. (2023). Implicit angry faces interfere with response inhibition and response adjustment. *Cognition and Emotion*, 37(2), 303-319. <https://doi.org/10.1080/02699931.2022.2162004>
- Perlman, S. B., Hein, T. C., Stepp, S. D., & Lams Consortium. (2014). Emotional reactivity and its impact on neural circuitry for attention–emotion interaction in childhood and adolescence. *Developmental cognitive neuroscience*, 8, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.08.005>
- Peters, B. D., Szeszko, P. R., Radua, J., Ikuta, T., Gruner, P., DeRosse, P., et al. (2012). WM development in adolescence: diffusion tensor imaging and meta-analytic results. *Schizophr. Bull.* 38, 1308–1317. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbs054>

- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35(1), 73-89.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Petrucci, M., & Pecchinenda, A. (2017). The role of cognitive control mechanisms in selective attention towards emotional stimuli. *Cognition and Emotion*, 31(7), 1480-1492. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1233861>
- Phillips, M. L., Drevets, W. C., Rauch, S. L., & Lane, R. (2003). Neurobiology of emotion perception II: Implications for major psychiatric disorders. *Biological psychiatry*, 54(5), 515-528. [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(03\)00171-9](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(03)00171-9)
- Picton, T. W., Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Binns, M. A., & Gillingham, S. (2007). Effects of focal frontal lesions on response inhibition. *Cerebral cortex*, 17(4), 826-838. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhk031>
- Pizzagalli, D., Regard, M., & Lehmann, D. (1999). Rapid emotional face processing in the human right and left brain hemispheres: an ERP study. *Neuroreport*, 10(13), 2691-2698. <https://doi.org/10.1097/00001756-199909090-00001>
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, 118(10), 2128-2148. Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, 118(10), 2128-2148.  
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual review of neuroscience*, 13(1), 25-42.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annu. Rev. Psychol.*, 58(1), 1-23.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516>

- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Voelker, P. (2016). Developing brain networks of attention. *Current opinion in pediatrics*, 28(6), 720-724.  
<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000413>
- Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludaş, Y., & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural networks*, 19(9), 1422-1429.  
<https://doi.org/10.1016/j.neunet.2006.08.004>
- Psychological bulletin*, 126(2), 220. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.220>
- Quinn, K. A., & Macrae, C. N. (2011). The face and person perception: Insights from social cognition. *British Journal of Psychology*, 102(4), 849-867.  
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2011.02030.x>
- Ramos-Loyo, J. (2012). Psicobiología del procesamiento emocional. *Tendencias actuales de las neurociencias cognitivas*, 65.
- Ramos-Loyo, J., & Sanz-Martin, A. (2017). Emotional experience and recognition across menstrual cycle and in premenstrual disorder. *International Journal of Psychological Studies*, 9(4), 33. DOI:10.5539/ijps.v9n4p33
- Ramos-Loyo, J., Angulo-Chavira, A., Llamas-Alonso, L. A., & González-Garrido, A. A. (2016). Sex differences in emotional contexts modulation on response inhibition. *Neuropsychologia*, 91, 290-298.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.08.023>
- Ramos-Loyo, J., Castellanos-Gutiérrez, C. L., & Llamas-Alonso, L. A. (2024). Bases neurobiológicas de la regulación emocional en la adolescencia. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 24(1), 81-105.
- Ramos-Loyo, J., González-Garrido, A. A., García-Aguilar, G., & Del Río-Portilla, Y. (2013). The emotional content of faces interferes with inhibitory processing: an event related

potential study. *International Journal of Psychological Studies*, 5(2), 52. DOI: 10.5539/ijps.v5n2p52

Ramos-Loyo, J., González-Garrido, A. A., Llamas-Alonso, L. A., & Sequeira, H. (2022). Sex differences in cognitive processing: An integrative review of electrophysiological findings. *Biological Psychology*, 172, 108370.

<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108370>

Ramos-Loyo, J., Llamas-Alonso, L. A., González-Garrido, A. A., & Hernández-Villalobos, J. (2017). Emotional contexts exert a distracting effect on attention and inhibitory control in female and male adolescents. *Scientific reports*, 7(1), 2082.

<https://doi.org/10.1038/s41598-017-02020-8>

Ramos-Loyo, J., Olguín-Rodríguez, P. V., Espinosa-Denenea, S. E., Llamas-Alonso, L. A., Rivera-Tello, S., & Müller, M. F. (2022). EEG functional brain connectivity strengthens with age during attentional processing to faces in children. *Frontiers in Network Physiology*, 2, 890906. <https://doi.org/10.3389/fnetp.2022.890906>

Rauschecker, J. P., & Marler, P. (1987). What signals are responsible for synaptic changes in visual cortical plasticity? In J. P. Rauschecker & P. Marler (Eds.), *Imprinting and cortical plasticity* (pp. 193–200). New York: Wiley.

Raymond, J. (2009). Interactions of attention, emotion and motivation. *Progress in brain research*, 176, 293-308. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(09\)17617-3](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(09)17617-3)

Raymond, J. E., Fenske, M. J., & Tavassoli, N. T. (2003). Selective attention determines 3emotional responses to novel visual stimuli. *Psychological science*, 14(6), 537-542.

[https://doi.org/10.1046/j.0956-7976.2003.psci\\_1462.x](https://doi.org/10.1046/j.0956-7976.2003.psci_1462.x)

Rivera-Tello, S., Huerta-Chávez, V., & Ramos-Loyo, J. (2022). Actividad eléctrica cerebral: métodos de registro y análisis y sus implicaciones en la organización funcional del cerebro: Brain electrical activity: recording and analysis methods and its implications

in the brain's functional organization. *e-CUCBA*, (19), 204-212.

<https://doi.org/10.32870/ecucba.vi19.280>

Rivero, J. C., & Fierro, M. C. G. (2005). *Desarrollo del adolescente. Aspectos físicos, psicológicos y sociales*. Unidad de Medicina del Adolescente. Servicio de Pediatría. Hospital de Móstoles, revista de Pediatría Integral, Madrid.

Ro, T., Russell, C., & Lavie, N. (2001). Changing faces: A detection advantage in the flicker paradigm. *Psychological science*, 12(1), 94-99.

<https://doi.org/10.1111/1467-9280.00317>

Rodger, H., Vizioli, L., Ouyang, X., & Caldara, R. (2015). Mapping the development of facial expression recognition. *Developmental science*, 18(6), 926-939.

<https://doi.org/10.1111/desc.12281>

Rossignol, M., Campanella, S., Maurage, P., Heeren, A., Falbo, L., & Philippot, P. (2012). Enhanced perceptual responses during visual processing of facial stimuli in young socially anxious individuals. *Neuroscience Letters*, 526, 68–73.

<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.07.045>

Rossignol, M., Philippot, P., Crommelinck, M., & Campanella, S. (2008). Visual processing of emotional expressions in mixed anxious-depressed subclinical state: An event-related potential study on a female sample. *Clinical Neurophysiology*, 38, 267–275. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.07.007>

Rossion, B. (2014). Understanding individual face discrimination by means of fast periodic visual stimulation. *Experimental brain research*, 232, 1599-1621.

<https://doi.org/10.1007/s00221-014-3934-9>

Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., & Crommelinck, M. (2000). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: an electrophysiological account of

- face-specific processes in the human brain. *Neuroreport*, 11(1), 69-72.  
<https://doi.org/10.1097/00001756-200001170-00014>
- Rozenkrants, B., & Polich, J. (2008). Affective ERP processing in a visual oddball task: arousal, valence, and gender. *Clinical Neurophysiology*, 119(10), 2260-2265.  
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.07.213>
- Rozhkov, V. P., Sergeeva, E. G., & Soroko, S. I. (2009). Age dynamics of evoked brain potentials in involuntary and voluntary attention to a deviant stimulus in schoolchildren from the northern region. *Neuroscience and behavioral physiology*, 39, 851-863. <https://doi.org/10.1007/s11055-009-9210-y>
- Saito, D. N., Fujisawa, T. X., Yanaka, H. T., Fujii, T., Kochiyama, T., Makita, K., ... & Okazawa, H. (2022). Development of attentional networks during childhood and adolescence: A functional MRI study. *Neuropsychopharmacology Reports*, 42(2), 191-198. <https://doi.org/10.1002/npr2.12246>
- Sánchez Ceballos, L.A. (2023). Contribuciones de las funciones ejecutivas sobre los procesos emocionales: una revisión sistemática. *Psicoespacios*, 17(31).  
<http://doi.org/10.25057/21452776.1527>
- Schlüter, H., & Bermeitinger, C. (2017). Emotional oddball: A review on variants, results, and mechanisms. *Review of General Psychology*, 21(3), 179-222.  
<https://doi.org/10.1037/gpr0000120>
- Schmeichel, B. J. & Demaree, H. A. (2010). Working Memory Capacity and Spontaneous Emotion Regulation: High Capacity Predicts Self-Enhancement in Response to Negative Feedback. *Emotion*, 10(5), 739-744. <https://doi.org/10.1037/A0019355>
- Schmidt, K. L., & Cohn, J. F. (2001). Human facial expressions as adaptations: Evolutionary questions in facial expression research. *American Journal of Physical Anthropology*:

The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists,  
116(S33), 3-24. <https://doi.org/10.1002/ajpa.2001>

- Schoenbaum, G., Roesch, M. R., Stalnaker, T. A., & Takahashi, Y. K. (2009). A new perspective on the role of the orbitofrontal cortex in adaptive behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(12), 885-892. <https://doi.org/10.1038/nrn2753>
- Schulz, K. P., Fan, J., Magidina, O., Marks, D. J., Hahn, B., & Halperin, J. M. (2007). Does the emotional go/no-go task really measure behavioral inhibition?: Convergence with measures on a non-emotional analog. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(2), 151-160. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.12.001>
- Schupp, H. T., Öhman, A., Junghöfer, M., Weike, A. I., Stockburger, J., & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: an ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.4.2.189>
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Bublatzky, F., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2007). Explicit attention interferes with selective emotion processing in human extrastriate cortex. *Bmc Neuroscience*, 8, 1-12. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-8-16>
- Shafritz, K. M., Collins, S. H., & Blumberg, H. P. (2006). The interaction of emotional and cognitive neural systems in emotionally guided response inhibition. *Neuroimage*, 31(1), 468-475. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.11.053>
- Sharp, D. J., Bonnelle, V., De Boissezon, X., Beckmann, C. F., James, S. G., Patel, M. C., & Mehta, M. A. (2010). Distinct frontal systems for response inhibition, attentional capture, and error processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(13), 6106-6111. <https://doi.org/10.1073/pnas.1000175107>
- Shulman, E. P., Smith, A. R., Silva, K., Icenogle, G., Duell, N., Chein, J., & Steinberg, L. (2016). The dual systems model: Review, reappraisal, and reaffirmation.

- Developmental cognitive neuroscience, 17, 103-117.  
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.12.010>
- Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2012). Two attentional networks. *Cognitive neuroscience of attention*, 113-128.
- Simard, F., & Cadoret, G. (2018). Neural correlates of active controlled retrieval development: An exploratory ERP study. *Brain and cognition*, 124, 20-28.  
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.04.005>
- Simmonds, D. J., Pekar, J. J., & Mostofsky, S. H. (2008). Meta-analysis of Go/No-go tasks demonstrating that fMRI activation associated with response inhibition is task-dependent. *Neuropsychologia*, 46(1), 224-232.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.015>
- Soltani, M., & Knight, R. T. (2000). Neural origins of the P300. *Critical Reviews™ in Neurobiology*, 14(3-4). DOI: 10.1615/CritRevNeurobiol.v14.i3-4.20
- Somerville, L. H., Hare, T., & Casey, B. (2011). Frontostriatal maturation predicts cognitive control failure to appetitive cues in adolescents. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(9), 2123-2134. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21572>
- Spear, L. P. (2013). Adolescent neurodevelopment. *Journal of adolescent health*, 52(2), S7-S13. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.05.006>
- Steinberg, L. (2004). Risk taking in adolescence: what changes, and why?. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 51-58. <https://doi.org/10.1196/annals.1308.005>
- Steinberg, L. (2007). Risk Taking in Adolescence: New Perspectives From Brain and Behavioral Science. *Current Directions in Psychological Science*, 16(2), 55-59.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00475.x>
- Steinberg, L., Albert, D., Cauffman, E., Banich, M., Graham, S., & Woolard, J. (2008). Age differences in sensation seeking and impulsivity as indexed by behavior and

- self-report: Evidence for a dual systems model. *Developmental Psychology*, 44(6), 1764–1778. <https://doi.org/10.1037/a0012955>
- Sturm, W., & Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *Neuroimage*, 14(1), S76-S84. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0839>
- Sugase, Y., Yamane, S., Ueno, S., & Kawano, K. (1999). Global and fine information coded by single neurons in the temporal visual cortex. *Nature*, 400(6747), 869-873. <https://doi.org/10.1038/23703>
- Sun, L., Li, J., Niu, G., Zhang, L., & Chang, H. (2020). Reactive aggression affects response inhibition to angry expressions in adolescents: an event-related potential study using the emotional go/no-go paradigm. *Frontiers in psychology*, 11, 558461. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.558461>
- Sun, Y., Liu, H., Mu, C., Liu, P., Hao, C., & Xin, Y. (2024). Early puberty: A review on its role as a risk factor for metabolic and mental disorders. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1326864. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1326864>
- Taylor, M. J., Batty, M., & Itier, R. J. (2004). The faces of development: a review of early face processing over childhood. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(8), 1426-1442. <https://doi.org/10.1162/0898929042304732>
- Taylor, M. J., Robertson, A., Keller, A. E., Sato, J., Urbain, C., & Pang, E. W. (2018). Inhibition in the face of emotion: Characterization of the spatial-temporal dynamics that facilitate automatic emotion regulation. *Human brain mapping*, 39(7), 2907-2916. <https://doi.org/10.1002/hbm.24048>
- Thomas, L. A., De Bellis, M. D., Graham, R., & LaBar, K. S. (2007). Development of emotional facial recognition in late childhood and adolescence. *Developmental science*, 10(5), 547-558. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00614.x>

- Tottenham, N., Hare, T. A., & Casey, B. J. (2011). Behavioral assessment of emotion discrimination, emotion regulation, and cognitive control in childhood, adolescence, and adulthood. *Frontiers in psychology*, 2, 39.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00039>
- Tsai, M. L., Hung, K. L., Tung, W. T. H., & Chiang, T. R. (2012). Age-changed normative auditory event-related potential value in children in Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association*, 111(5), 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2011.01.009>
- Utama, N. P., Takemoto, A., Nakamura, K., & Koike, Y. (2009, June). Single-trial EEG data to classify type and intensity of facial emotion from P100 and N170. In 2009 International Joint Conference on Neural Networks (pp. 3156-3163). IEEE. DOI: 10.1109/IJCNN.2009.5178818
- Van Moorselaar, D., & Slagter, H. A. (2020). Inhibition in selective attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 204-221.  
<https://doi.org/10.1111/nyas.14304>
- Verbruggen, F., & De Houwer, J. (2007). Do emotional stimuli interfere with response inhibition? Evidence from the stop signal paradigm. *Cognition and emotion*, 21(2), 391-403. <https://doi.org/10.1080/02699930600625081>
- Vetter, N. C., Pilhatsch, M., Weigelt, S., Ripke, S., & Smolka, M. N. (2015). Mid-adolescent neurocognitive development of ignoring and attending emotional stimuli. *Developmental cognitive neuroscience*, 14, 23-31.  
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.05.001>
- Viviani, R. (2013). Emotion regulation, attention to emotion, and the ventral attentional network. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 746.  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00746>

- Vuilleumier, P., & Huang, Y. M. (2009). Emotional attention: Uncovering the mechanisms of affective biases in perception. *Current Directions in Psychological Science*, 18(3), 148-152. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01626>.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron*, 30(3), 829-841. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(01\)00328-2](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(01)00328-2)
- Vuilleumier, P., Armony, J., & Dolan, R. (2003). Reciprocal links between emotion and attention. *Human brain function*, 2, 419-444.  
<https://doi.org/10.1016/B978-012264841-0/50022-6>
- Wager, T. D., Sylvester, C. Y. C., Lacey, S. C., Nee, D. E., Franklin, M., & Jonides, J. (2005). Common and unique components of response inhibition revealed by fMRI. *Neuroimage*, 27(2), 323-340. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.01.054>
- Wang, L., Huettel, S., & De Bellis, M. D. (2008). Neural substrates for processing task-irrelevant sad images in adolescents. *Developmental Science*, 11, 23–32.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00661.x>
- Wang, X. (2010). Neurophysiological and computational principles of cortical rhythms in cognition. *Physiological Reviews*, 90(3), 1195–1268.  
<https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2008>
- Wang, Y., Yang, J., Yuan, J., Fu, A., Meng, X., & Li, H. (2011). The impact of emotion valence on brain processing of behavioral inhibitory control: Spatiotemporal dynamics. *Neuroscience letters*, 502(2), 112-116.  
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.07.039>
- Wieckowski, A. T., Capriola-Hall, N. N., Elias, R., Ollendick, T. H., & White, S. W. (2019). Variability of attention bias in socially anxious adolescents: differences in fixation

- duration toward adult and adolescent face stimuli. *Cognition and emotion*, 33(4), 825-831. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1476322>
- Willis, M. L., Palermo, R., Burke, D., Atkinson, C. M., & McArthur, G. (2010). Switching associations between facial identity and emotional expression: A behavioural and ERP study. *Neuroimage*, 50(1), 329-339. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.11.071>
- Wozniak, J. R., & Lim, K. O. (2006). Advances in white matter imaging: a review of in vivo magnetic resonance methodologies and their applicability to the study of development and aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 762-774. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.06.003>
- Wrege, J. S., Carcone, D., Lee, A. C. H., Cane, C., Lang, U. E., Borgwardt, S., ... & Ruocco, A. C. (2022). Attentional salience and the neural substrates of response inhibition in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, 52(15), 3451-3459. <https://doi.org/10.1017/S0033291721000118>
- Xuan, B., Mackie, M. A., Spagna, A., Wu, T., Tian, Y., Hof, P. R., & Fan, J. (2016). The activation of interactive attentional networks. *Neuroimage*, 129, 308. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.01.017>
- Yamasaki, H., LaBar, K. S., & McCarthy, G. (2002). Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 11447-11451. <https://doi.org/10.1073/pnas.182176499>
- Yuan, J., Xu, S., Li, C., Yang, J., Li, H., Yuan, Y., & Huang, Y. (2012). The enhanced processing of visual novel events in females: ERP correlates from two modified three-stimulus oddball tasks. *Brain Research*, 1437, 77-88. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.12.017>

Zhang, W., & Lu, J. (2012). Time course of automatic emotion regulation during a facial Go/Nogo task. *Biological psychology*, 89(2), 444-449.

<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.12.011>

Zhao, S., Yuan, R., Gao, W., Liu, Q., & Yuan, J. (2023). Neural substrates of behavioral inhibitory control during the two-choice oddball task: functional neuroimaging evidence. *Psychoradiology*, 3, kkad012. <https://doi.org/10.1093/psyrad/kkad012>