



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

ESCUELA SUPERIOR DE ATOTONILCO DE TULA

LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA

TESIS

**CORRELATOS PSICOFISIOLÓGICOS DEL
PROCESAMIENTO EMOCIONAL EN JÓVENES ADULTOS
CON ALTA Y BAJA EMPATÍA**

Para obtener el título de
Licenciado en Psicología

PRESENTA

Miguel Angel Villeda Muñoz

Directora

Dra. Paola Almitra Vázquez Moreno

Codirector(a)

Dr. Luis Israel Ledesma Amaya

Comité tutorial

Dr. Eduardo Salvador Matínez Velázquez

Mtro. Gabriel Eduardo Lara Abad

Atotonilco de Tula, Hgo., México, junio del 2026



ACTA DE DICTAMEN DE EVALUACIÓN AL DOCUMENTO RECEPCIONAL

En la escuela Superior Atotonilco de Tula, siendo las 19:05 hrs, del día 4 de mayo de 2026, se reunieron los integrantes del Jurado para Evaluación del Documento Recepcional presentado por el pasante **Miguel Angel Villeda Muñoz**, cuyo título es **"Correlatos psicofisiológicos del procesamiento emocional en jóvenes adultos con alta y baja empatía"**, con la finalidad de comentar la valoración individual al Documento y realizar las Observaciones y Sugerencias para garantizar su calidad académica.

Una vez Discutidas las Observaciones y sugerencias, quedan asentadas en el trabajo y se procede a la votación para Autorizar la Impresión Formal del Trabajo de Investigación, que en adelante se denominará Tesis. Derivado de la votación, el resultado es el siguiente:

SE AUTORIZA PARA SU IMPRESIÓN

Nombres de los Docentes Jurados	Función	Firma de Corroboración del Resultado de la Evaluación
Dra. Paola Almitra Vázquez Moreno	Presidente	
Dr. Luis Israel Ledesma Amaya	Secretario	
Dr. Eduardo Salvador Martínez Velázquez	Vocal	
Mtro. Gabriel Eduardo Lara Abad	Suplente	

Observaciones y Sugerencias realizadas por el jurado al Trabajo de Investigación que presenta el pasante **Miguel Ángel Villeda Muñoz** bajo la modalidad de **Tesis**:
Se solicita adinar el formato APA antes de imprimir la tesis, así como corregir errores de dedo. Se compromete a realizar los ajustes en un periodo no mayor a 15 días.

Miguel Ángel Villeda Muñoz



Dra. Paola Almitra Vázquez
Moreno

Dedicatoria

Durante mi estancia en la universidad y la redacción del presente trabajo muchas personas me apoyaron de diferentes formas, espero no olvidar a ninguno de ellos.

Primero, quiero agradecer a mi familia que siempre ha estado de mi lado, empezando por mi madre Erika quien nunca me dejó solo y siempre estuvo presente en los momentos más importantes de mi vida, sin ella no sería posible terminar este trabajo y gracias a sus consejos y amor soy la persona que soy ahora, a mis dos hermanos Enrique y Brenda quienes me apoyaron incondicionalmente y de diversas formas, de igual manera, a mi sobrina taco por sacarme risas en los momentos menos esperados.

De igual manera, quiero agradecer a mi asesora la Dra. Almitra quien con su paciencia, comprensión e intelecto me ayudó a conocer de mejor manera el método científico y me enseñó la rama de la psicología que ahora me apasiona.

Gracias también a todos mis amigos y amigas que hice en el camino, Michelle, Rodrigo, Fernanda, Yurixhi, Paola, Emmanuel, Omar, Alejandro, Fernando, Karen, Yayo, Karla, Nikte, ustedes fueron parte fundamental del proceso, gracias por escucharme cuando lo necesité.

También quiero mencionar a los maestros que contribuyeron de gran manera con consejos y apoyo invaluable, Delfina Marin, Gabriel Abad, Enrique John, Adriana Padron, Iván Ocadiz, Ana Isabel y Ana Rosa.

Índice

Índice.....	1
Índice de figuras	5
Índice de Tablas	6
Resumen	7
Abstract	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	14
1.1 Las emociones.....	15
1.1.1. Definición	15
1.1.2. Bases biológicas del procesamiento emocional	15
1.1.2.1 Sistema Límbico	16
1.1.2.2. Amígdala	17
1.1.2.2 Hipocampo	19
1.1.2.3 Corteza prefrontal.....	21
1.1.2.4 Corteza cingulada anterior	24
1.1.3. Teoría emocional de James-Lange	25
1.1.4. Teoría emocional de Cannon-Bard.....	27
1.1.5. Clasificación.....	30
1.2 Procesamiento de la información social.....	31

1.2.1. Cognición social.....	31
1.2.2. SPIN	31
1.3. Empatía.....	34
1.3.1 Definición.....	34
1.3.2. Empatía cognitiva	35
1.3.2.1 Zonas del cerebro que se encargan de la empatía cognitiva	35
1.3.3 Empatía afectiva	37
1.3.3.1 Zonas del cerebro implicadas en la empatía afectiva.....	37
1.3.3.2 Sistema nervioso autónomo en la empatía afectiva	38
1.3.3.3 Antecedentes sobre empatía y reconocimiento emocional.....	39
1.4. El Sistema Nervioso Autónomo	41
1.4.1. Definición y composición	41
1.4.1.1 Rama Simpática	42
1.4.1.2 Rama parasimpática.....	43
1.4.2 Red Autonómica Central.....	45
1.4.3 Fisiología Cardiovascular.....	47
1.4.3.1 Teoría Polivagal.....	50
1.4.3.2 Teoría de Integración Neurovisceral.....	51
1.4.4. Respuesta Electrodermal.....	52
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	56
2.1. Planteamiento del problema	57
2.2 Justificación	58

2.3 Pregunta	59
2.4 Objetivo General	59
2.5 Objetivos Específicos	60
2.6 Hipótesis	60
CAPÍTULO III. MÉTODO	61
3.1 Tipo de estudio	62
3.2 Muestra	62
3.3 Criterios de inclusión	62
3.4 Criterios de exclusión	63
3.5 Recursos materiales y humanos	63
3.6 Instrumentos	63
3.7 Psychopy.	64
3.8 ProComp Infiniti	64
3.9 BioGraph Infiniti	65
3.10 Interpersonal Reactivity Index (IRI)	65
3.11 Tarea experimental y materiales	66
3.11.1 Validación de estímulos	66
3.11.2 Procedimiento	70
3.11.3 Tarea	71
3.11.4 Registro y análisis de las señales fisiológicas	72
3.12 Consideraciones éticas	72

3.13 Análisis estadístico	73
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	76
4.1 Descripción de la muestra.....	77
4.2 Resultados IRI	78
4.3 Respuesta conductual.....	79
4.4 Respuesta cardiaca	81
4.4.1 Intervalo entre latidos	81
4.4.2 LF/HF ratio.....	83
4.4.3 Frecuencias bajas.....	85
4.4.4 Frecuencias altas.....	87
4.5 Respuesta de la conductancia en la piel.....	89
4.6 Correlaciones	91
V. DISCUSIÓN.....	93
VI. CONCLUSIÓN, LIMITACIONES Y PROYECCIONES A FUTURO	98
6.1 Conclusión	99
6.2 Limitaciones y proyecciones a futuro	100
Referencias	101

Índice de figuras

Figura 1 Estructuras del cerebro encargadas del procesamiento emocional

Figura 2 Distribución anatómica del hipocampo

Figura 3 Distribución anatómica de la corteza prefrontal

Figura 4 Modelo teórico de James-Lange

Figura 5 Comparación del modelo teórico James-Lange y Cannon-Bard

Figura 6 Red de Procesamiento de Información Social

Figura 7 Distribución del Sistema Nervioso Simpático

Figura 8 Organización de la Red Autonómica Central

Figura 9 Sistema Cardiovascular

Figura 10 Glándulas sudoríparas

Figura 11 Influencias del SNC en el SCL

Figura 12 Experimento de reconocimiento emocional

Figura 13 Puntajes IRI

Figura 14 Desempeño comparativo en el reconocimiento emocional

Figura 15 Activación del IBI entre grupos

Figura 16 Activación de HF/LF ratio entre grupos

Figura 17 Activación del LF entre grupos

Figura 18 Activación de HF entre grupos

Figura 19 Activación de SC entre grupos

Figura 20 Correlación HF Tristeza y PD

Índice de Tablas

Tabla 1 Porcentaje de protagonistas identificados

Tabla 2 Rueda de emociones de Wilcox traducida

Tabla 3 Porcentaje de emociones reconocidas

Tabla 4 Operacionalización de las Variables

Tabla 5 Tabla t de IRI

Tabla 6 Tabla de promedios precisión en el reconocimiento emocional

Tabla 7 Tabla ANOVA de medidas repetidas IBI Ratio por grupo

Tabla 8 Tabla ANOVA de medidas repetidas LF/HF Ratio por grupo

Tabla 9 Tabla ANOVA de medidas repetidas LF

Tabla 10 Tabla ANOVA de medidas repetidas HF

Tabla 11 Tabla ANOVA de medidas repetidas SC por grupo

Tabla 12 Tabla de correlaciones

Resumen

El procesamiento de estímulos socioemocionales complejos es fundamental para que el ser humano adecue su comportamiento a las demandas del entorno social. Una de las habilidades centrales para lograrlo es la empatía, entendida como la capacidad de sentir y comprender las emociones de los demás. lo que se ha relacionado con conductas prosociales. El déficit en el reconocimiento de emociones en ambientes complejos podría deberse a deficiencias en señalización del sistema nervioso o a un déficit en la interpretación de estas señales. El objetivo del presente estudio fue identificar si existen diferencias en las respuestas fisiológicas y en el reconocimiento emocional entre jóvenes adultos con diferente nivel de empatía. Para ello, se evaluaron a 60 jóvenes adultos ($M = 20.95$, $DE = 3.45$), 40 mujeres y 20 hombres, clasificados por su nivel de empatía con base en el IRI. Los participantes observaron cuatro bloques de videos con contenido socioemocional (alegría, enojo, tristeza y miedo) mientras se registraban dos indicadores psicofisiológicos: la conductancia de la piel (SCL) y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV). La interacción entre emoción y grupo no fue significativa $p = .064$, por lo que el patrón de cambio emocional es similar entre grupos de alta y baja empatía. Además, en el grupo de baja empatía se encontró un incremento del LF/HF ratio en comparación con su línea base, lo cual indica un tono vagal menos robusto y una menor integración de la Red Autonómica Central con el sistema nervioso autónomo en comparación con los sujetos de alta empatía

Palabras clave: Empatía, Reconocimiento emocional, SCR, HRV

Abstract

The processing of complex socio-emotional stimuli is essential for humans to adapt their behavior to the demands of the social environment. One of the core abilities to achieve this is empathy, understood as the capacity to feel and understand the emotions of others, which has been linked to prosocial behaviors. Deficits in emotion recognition in complex settings may be due to impairments in nervous system signaling or to a deficit in the interpretation of these signals. The aim of this study was to identify whether there are differences in physiological responses and emotion recognition between young adults with different levels of empathy. To this end, 60 young adults ($M = 20.95$, $SD = 3.45$), 40 women and 20 men, were assessed and classified by their level of empathy based on the IRI. Participants watched four blocks of videos with socio-emotional content (happiness, anger, sadness, and fear) while two psychophysiological indicators were recorded: skin conductance level (SCL) and heart rate variability (HRV). The interaction between emotion and group was not significant ($p = .064$), indicating that the pattern of emotional change was similar between high and low empathy groups. Furthermore, the low empathy group showed an increase in the LF/HF ratio compared to their baseline, which indicates a less robust vagal tone and lower integration of the Central Autonomic Network with the autonomic nervous system compared to high empathy subjects.

Keywords: Empathy, Emotion recognition, SCR, HRV

INTRODUCCIÓN

Las emociones son estados complejos que implican respuestas fisiológicas y conductuales coordinadas para facilitar la adaptación ante estímulos del entorno (Obradović, 2012). Estas respuestas provocan cambios en el sistema nervioso central (SNC), además, en el sistema nervioso autónomo (SNA) (Appelhans et al. 2006), permitiendo ajustar el comportamiento del individuo en función de la retroalimentación social (Müller-Pinzler, 2016). A nivel fisiológico, las emociones generan cambios en indicadores biológicos como la conductancia de la piel o variaciones en la frecuencia cardíaca (VFC) y también actúan como factores motivacionales (Lange, 1998).

El procesamiento emocional en contextos sociales requiere de mecanismos cognitivos especializados, englobados en el concepto de cognición social. Este término hace referencia al procesamiento de la información social (Frith, 2008) e incluye procesos como la percepción, atención, memoria y planificación de la acción, los cuales sustentan el comportamiento social y son fundamentales para la supervivencia (Adolphs, 1999). Dado que las personas no son sólo estímulos sociales, sino también emocionales, la cognición social debe adaptarse a una interacción dinámica que involucra el intercambio de información afectiva.

En este sentido, el modelo de Red de Procesamiento de Información Social (SIPN, por sus siglas en inglés) propuesto por Nelson et al. (2005) describe tres sistemas cerebrales que interactúan bidireccionalmente: (1) un sistema de detección social, conformado por estructuras parietales y de integración somatosensorial; (2) un sistema de procesamiento afectivo, que incluye estructuras límbicas como la amígdala; y (3) un sistema de procesamiento cognitivo superior ubicado en áreas prefrontales. Esta red permite predecir y responder a las conductas de otros (Frith et

al. 2007) siendo la empatía uno de sus mecanismos fundamentales (Reniers et al. 2011).

La empatía se define como la capacidad de comprender y responder a los estados emocionales ajenos, facilitando interacciones sociales exitosas (Khanjani et al. 2015). Davis (1983) distingue entre dos componentes: la empatía afectiva, que implica reacciones emocionales viscerales, y la empatía cognitiva, relacionada con la comprensión intelectual del estado emocional ajeno. Alteraciones en este proceso se vinculan con trastornos como la alexitimia, el autismo, la psicopatía o la desregulación emocional (Decety et al. 2015; Khanjani et al. 2015; Schipper et al. 2013)

Desde la neurociencia diversos estudios han identificado los correlatos neuronales asociados a la empatía. Estos incluyen la activación de regiones límbicas como la amígdala o el hipocampo, así como áreas corticales como la corteza prefrontal o regiones temporales (Masten et al. 2010; Schnell et al. 2011).

Además, se han descrito diferencias en la activación neuronal según el componente de la empatía evaluado. Por ejemplo, Schnell et al. (2011) reportaron una mayor activación durante tareas de empatía cognitiva en regiones como la corteza prefrontal dorsomedial, el surco temporal superior, la unión temporoparietal y estructuras límbicas como la amígdala y el hipocampo. Aunado a ello, Masten et al. (2010) encontraron que personas con altos niveles empáticos mostraban una mayor activación en la corteza dorsomedial prefrontal, así como en la corteza cingulada anterior y posterior, además de la ínsula. Finalmente, Shamay-Tsoory (2010), en una revisión, destacó que la empatía afectiva y el contagio emocional involucran la activación del sistema límbico, junto con el sistema de neuronas espejo localizado en el lóbulo parietal inferior y el giro frontal inferior.

El SNA también participa en el proceso empático, facilitando la imitación emocional automática de las expresiones faciales ajenas. Por ejemplo, personas con enfermedades neurodegenerativas que afectan el SNA muestran déficits en empatía cognitiva y afectiva (Chauhan et al. 2008). En la misma línea, Qaiser et al. (2023) hallaron un aumento en la conductancia de la piel (SCL) tanto en individuos que expresaban emociones como en los observadores empáticos, indicando una activación de la rama simpática (RS). También se observó una correlación con el intervalo entre latidos (IBI), particularmente cuando las expresiones provenían de mujeres.

De Sousa et al. (2010) confirmaron estos hallazgos al mostrar que sujetos sanos presentan aumentos en la SCL y en la actividad electromiográfica (EMG) frente a estímulos emocionales. Su estudio evidenció una menor reactividad en individuos con lesiones cerebrales, especialmente ante imágenes desagradables del IAPS. Por otro lado, Nazarewicz et al. (2015) encontraron que personas con niveles altos de ansiedad experimentan una baja regulación parasimpática del SNA durante experiencias empáticas, reflejada en una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en la banda de alta frecuencia (HF-VFC).

Finalmente, Hagemann et al. (2003) demostraron que la activación de regiones como la corteza prefrontal medial, la corteza orbitofrontal, la amígdala, el tálamo y el hipotálamo se correlaciona positivamente con los cambios en la SCL, evidenciando una relación entre la actividad cerebral y la reactividad autonómica durante el procesamiento emocional.

Si bien estos estudios aportan información relevante sobre los cambios psicofisiológicos asociados a la empatía, resulta relevante identificar si existen respuestas diferenciadas ante estímulos sociales complejos. La mayoría de los

trabajos se realizan con imágenes del IAPS o imágenes de rostros que presentan las emociones básicas, por lo que no se han explorado las respuestas ante estímulos dinámicos, como fragmentos de video. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo identificar los cambios en biomarcadores psicofisiológicos como el SCL y la VFC durante el reconocimiento de distintas emociones (alegría, tristeza, miedo y enojo) en contextos sociales.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Las emociones

1.1.1. Definición

De acuerdo con Damasio (2001) y Levenson (1999) las emociones son estados psicofisiológicos de corta duración que permiten respuestas adaptativas al entorno, además, influyen en la manera en que los individuos interactúan con su contexto permitiendo dar respuestas adaptativas.

Además, Lang (1998) encontró que las emociones son producto de la evolución, ya que desempeñan un papel clave en la supervivencia y en la motivación humana, las respuestas emocionales están implicadas en el comportamiento, generan cambios psicofisiológicos específicos, como variaciones en la actividad cardíaca o en la conductancia de la piel.

Una definición más reciente es la de Dixon et al. (2017) el cual menciona que las emociones son multifacéticas e implican cambios en diferentes áreas, por ejemplo, implica cambios fisiológicos en la VFC.

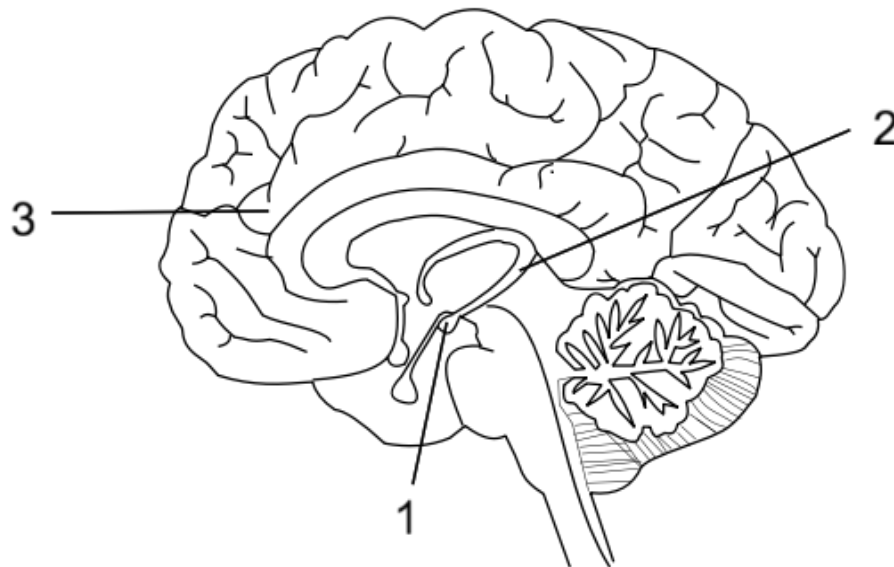
1.1.2. Bases biológicas del procesamiento emocional

Las emociones provocan la activación del SNC, coordinando respuestas fisiológicas y conductuales adaptativas, Damasio (2001) sugiere que las emociones son reacciones motivadas por la interacción entre distintos sistemas cerebrales, generando cambios tanto en el cerebro como en el resto del cuerpo.

El procesamiento de las emociones activa diferentes regiones cerebrales, entre ellas están la corteza prefrontal, zonas del sistema límbico como la amígdala, el hipocampo y la corteza cingulada anterior (Fossati, 2012) (Figura 1).

Figura 1

Estructuras del cerebro encargadas del procesamiento emocional



Nota. En la imagen se muestran algunas de las zonas cerebrales mencionadas por Fossati (2012) en el procesamiento emocional (1) Amígdala (2) Hipocampo (3) Corteza prefrontal

1.1.2.1 Sistema Límbico

El término límbico fue utilizado por Broca para referirse a las estructuras que están en el límite de los hemisferios, en este sistema se incluye zonas como el giro cingulado, la amígdala, el hipocampo, entre otros (Rolls, 2019).

De acuerdo con Catani et al. (2013) el sistema límbico se encarga de generar estados emocionales, la cognición y conducta, además, propone una división anatómica-funcional del sistema límbico en tres redes neuronales:

- **Hipocampo-diencefálico:** Esta red se encarga de la memoria de trabajo y la orientación espacial, integra estructuras hipocampo-diencefálicas conectadas

a través del fórnix, el tracto mamilotálámico y el circuito parahipocampo-retroespinal.

- **Temporo-amígdala-orbitofrontal:** Se encarga de la integración visceral, estados emocionales y conducta, conectada a través del fascículo uncinado.
- **Predeterminada dorsomedial:** Se activa durante el estado de reposo y consiste en un grupo de regiones mediales y laterales

1.1.2.2. Amígdala

La amígdala se localiza en la región anterior del lóbulo temporal (Wagner et al. 2004) (ver Figura 1). Recibe información de diversas estructuras cerebrales, como el tálamo, el hipotálamo, la corteza orbitofrontal medial, el hipocampo y los ganglios basales, la información procesada se transmite al hipotálamo a través de la estría terminal, así como a centros reguladores del tronco encefálico (Barooah, 2019).

Según Wagner et al. (2004) y Barooah (2019), la amígdala está compuesta por distintos núcleos, cada uno con funciones específicas, entre las que se incluyen:

- **Núcleo medial:** Recibe aferencias del bulbo olfatorio y tiene conexiones eferentes con el hipotálamo, además de ello, media efectos como los olores en la conducta sexual y la agresión.
- **Núcleos lateral y basolateral:** Recibe información de áreas en la corteza cerebral y del sistema límbico, además se conecta con el tálamo dorsomedial, con el núcleo accumbens y el núcleo central.
- **Núcleo central:** Se conecta con el hipotálamo y otras estructuras subcorticales que impactan en la expresión emocional y el comportamiento,

esta área se activa en experiencias subjetivas dolorosas y en episodios de ansiedad.

Además, la amígdala cumple un papel central en el procesamiento emocional, mostrando mayor activación durante el reconocimiento y evaluación de estímulos socioemocionales, especialmente ante el miedo. También participa en la regulación autonómica y en la generación de respuestas motoras y adaptativas ante dichos estímulos (Barooah, 2019).

Un estudio que demuestra el papel de la amígdala en el procesamiento emocional es el de Adolphs et al., (1999) donde se les pidió a sujetos con daño bilateral en la amígdala que evaluaran la intensidad de las emociones en una serie de fotografías de expresiones faciales, se encontró que los sujetos con daño bilateral en la amígdala tienen dificultades al reconocer la intensidad de las emociones en comparación con los sujetos con daño en otras zonas del cerebro y sujetos sanos, además se observó que el miedo es más difícil de reconocer en comparación con el resto de las emociones y la alegría es más fácil de reconocer que las otras emociones.

Otro estudio que respalda lo encontrado por Adolphs et al. (1999) es la revisión de Nelson et al. (2005), donde se encontró que la amígdala junto con el hipotálamo, la corteza orbitofrontal y el cuerpo estriado ventral se encargan de determinar el valor emocional de los estímulos sociales. Además, de acuerdo con la revisión de Frith (2007), la amígdala muestra mayor activación en condiciones de confianza o miedo, lo que respalda la revisión de Nelson et al. (2005), contribuyendo a la idea de que la amígdala nos ayuda a dar un valor a estímulos socioemocionales como los rostros.

De acuerdo con la revisión de Wagner (2004) podemos tener una mejor comprensión del rol de la amígdala en el proceso emocional en el miedo, ya que las lesiones en esta zona producen en diferentes especies de animales insensibilidad en los estímulos relacionados con el miedo, aunado a ello, se han visto efectos similares en lesiones de la amígdala con humanos, en este sentido se han visto efectos tales como la pérdida de la capacidad para aprender respuestas emocionales, de igual forma la estimulación eléctrica de la amígdala provoca miedo y ansiedad.

De igual manera estudios con imagen de resonancia magnética (fMRI) como el de Hariri et al. (2002) mostraron que la amígdala derecha tiene una mayor activación durante la visualización de estímulos socioemocionales como caras en condiciones de enojo y tristeza, además de ello se observó activación en la corteza prefrontal ventral y en el córtex cingulado anterior.

Schnell et al. (2011) al igual que Hariri et al. (2002) demostraron que la amígdala tiene mayor activación mientras se procesan estímulos emocionales, mediante el uso de fMRI se mostró una serie de estímulos con carga emocional, encontrando que la amígdala ayuda al procesamiento de estímulos emocionales mostrando mayor activación en imágenes con carga afectiva a diferencia de las imágenes neutras.

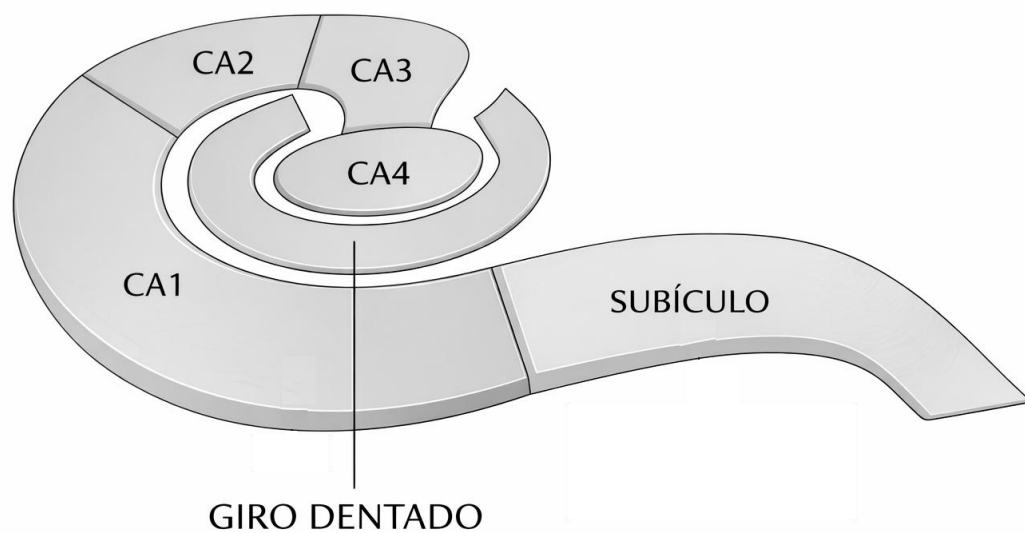
1.1.2.2 Hipocampo

El hipocampo es una estructura en el cerebro con forma de C que se extiende hasta el suelo del ventrículo lateral y es parte de la formación hipocampal y es una estructura que se asocia con la memoria (Ver Figura 1), se puede dividir en cuatro zonas CA1-CA4 (Ver Figura 2), por su posición en el cerebro el hipocampo

es una zona de comunicación entre las vías sensitivas en la corteza cerebral y las zonas límbicas encargadas del procesamiento emocional (Bellace et al. 2012; Giap et al. 2000) .

Figura 2

Distribución anatómica del hipocampo



Nota. La imagen muestra la subdivisión del hipocampo que va desde CA1 a CA4, la terminación CA es usada por la forma del hipocampo en forma de cuerno de guerra y es la abreviatura para Cuerno de Amón

En cuanto a la evidencia empírica sobre el papel del hipocampo en el procesamiento emocional Bellace et al. (2012) llevó a cabo en un estudio experimental con fMRI, se les presenta a los sujetos una serie de imágenes del IAPS y de palabras del ANEW, se encontró que el hipocampo tiene una mayor activación bilateral durante el procesamiento de estímulos emocionales en comparación con los estímulos neutros.

Otros estudios con fMRI como el de Schnell et al. (2011) al igual que Bellace et al. (2012) señalaron que el hipocampo es de suma importancia en el procesamiento de emociones sociales, Schnell et al. (2011), estudiaron el rol del hipocampo en la empatía ya que los sujetos exploran en los recuerdos sus propios estados emocionales para evaluar los estados afectivos de otros.

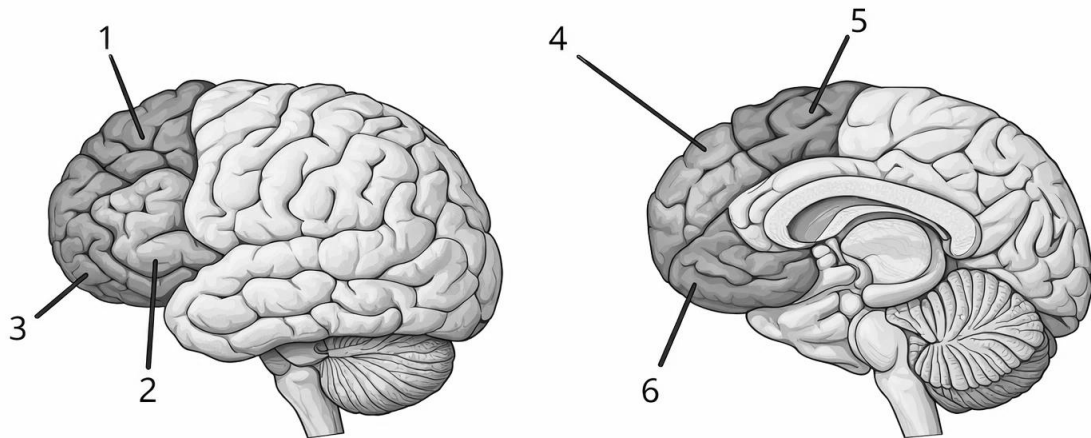
Immordino-Yang et al. (2011) en otro estudio de fMRI encontraron resultados consistentes a la investigación de Schnell et al., (2011), Immordino-Yang et al. (2011) en una tarea de historias los sujetos mostraron mayor activación y más sostenida en el hipocampo durante el procesamiento de emociones sociales.

1.1.2.3 Corteza prefrontal

La corteza prefrontal está ubicada en la porción anterior de la corteza cerebral (Ver Figura 1) (Salzman et al. 2010), esta se divide en 6 grandes regiones, las cuales son: la corteza dorsolateral, ventrolateral, frontopolar, orbitofrontal, ventromedial y dorsomedial (Ver Figura 2) (Ray et al. 2011; Salzman et al. 2010).

Figura 3

Distribución anatómica de la corteza prefrontal



Nota. La corteza prefrontal se puede dividir en 6 regiones; (1) Corteza Prefrontal dorsolateral, (2) Corteza Prefrontal Ventrolateral, (3) Corteza Prefrontal Orbitofrontal, (4) Corteza Prefrontal Ventromedial y (5) Corteza Prefrontal Dorsomedial, (6) Corteza prefrontal orbital medial.

De acuerdo con Ray et al. (2011) la corteza prefrontal tiene dos tendencias filogenéticamente diferentes, la tendencia vaso ventral se extiende desde el núcleo olfativo a través de la corteza orbitofrontal, y se propaga lateralmente hasta la corteza prefrontal ventrolateral. La segunda tendencia llamada medio dorsal empieza desde el cuerpo calloso y continúa a través de la pared medial dorsal para terminar en la corteza prefrontal dorsolateral.

La zona en la que se encuentra la corteza prefrontal permite que ésta tenga comunicación con zonas subcorticales y otras zonas de la corteza cerebral (Ray et al. 2011). Zonas subcorticales como la amígdala o el hipocampo muestran

activaciones durante el proceso emocional, también, las zonas corticales como la corteza prefrontal muestran mayor activación durante el procesamiento de las emociones, debido a que estas zonas ayudan en los procesos de regulación emocional (Shamay-Tsoory, 2010).

Un ejemplo del papel de la corteza prefrontal es el estudio de Krämer et al. (2010) en donde se les pidió a sujetos sanos que observan una serie de estímulos con carga emocional y neutros, la región dorsal de la corteza prefrontal medial, corteza prefrontal ventromedial, la corteza ventro lateral izquierda, el surco temporal superior mostraron mayor activación en respuesta estímulos afectivos en comparación con los neutros.

Fossati (2012) señaló que debido a la fuerte conexión que tiene la corteza prefrontal medial con estructuras subcorticales como la amígdala esta tiene una mayor activación en tareas asociadas con el procesamiento emocional, la revisión de Fossati (2012) al igual que el estudio de Krämer et al. (2010) hizo énfasis en el papel de la corteza prefrontal medial en el procesamiento de información afectiva social, más específicamente procesos que implican el reconocimiento de emociones en otros como la Teoría de la Mente (ToM).

Otros autores como Nelson et al. (2005) o Wager et al. (2008) sugirieron que la corteza prefrontal y la amígdala están estrechamente relacionadas con la regulación emocional. Por ejemplo, Wager et al. (2008) en un estudio de fMRI acerca de los correlatos neuronales de la regulación emocional encontraron que las zonas mediales de la corteza cerebral tienen comunicación estrecha con las zonas subcorticales que se encargan del procesamiento de la emoción, en específico, la

zona ventrolateral tiene mayor activación durante la reinterpretación cognitiva, se encontraron dos rutas cerebrales durante la regulación emocional:

- Ruta Corteza prefrontal ventrolateral-núcleo accumbens: También es llamada la ruta positiva y se asocia con una mejor regulación de las emociones
- Ruta Corteza prefrontal ventrolateral-Amígdala: También es llamada ruta negativa y está asociada con un menor éxito en la regulación emocional.

1.1.2.4 Corteza cingulada anterior

De acuerdo con Holroyd et al. (2012), la corteza cingulada anterior, es una región de la corteza frontal media del cerebro ventral al surco cingulado y también puede ser conocida como la corteza límbica primaria (ver Figura 1), anatómicamente la corteza cingulada anterior se puede dividir en la zona pregenual y subgenual (Stevens et al. 2011), esta participa en el procesamiento del dolor tanto físico como emocional, activando regiones específicas según el tipo de estímulo, esta área ha sido objeto de intervenciones quirúrgicas en el tratamiento del dolor crónico y muestra una mayor activación en personas con depresión o en estados de tristeza, además de ello está relacionada con las conductas dirigidas a objetivos y proporciona un factor activador para favorecer la activación autonómica (Holroyd et al. 2012; Wagner et al. 2004).

La corteza cingulada anterior integra zonas encargadas tanto del procesamiento emocional (zonas límbicas p ej., amígdala), funciones autonómicas (hipotálamo y tronco encefálico), memoria (hipocampo), así como zonas encargadas de la recompensa (corteza orbitofrontal) (Stevens et al. 2011; Wagner et al. 2004)

Una revisión de Stevens et al. (2011) mostró que el cíngulo está implicado en funciones tanto emocionales como cognitivas. Una característica importante que se observa a partir de estudios con fMRI en personas sanas, es la diferenciación en la respuesta de las diferentes regiones del cíngulo en función a la valencia emocional del estímulo.

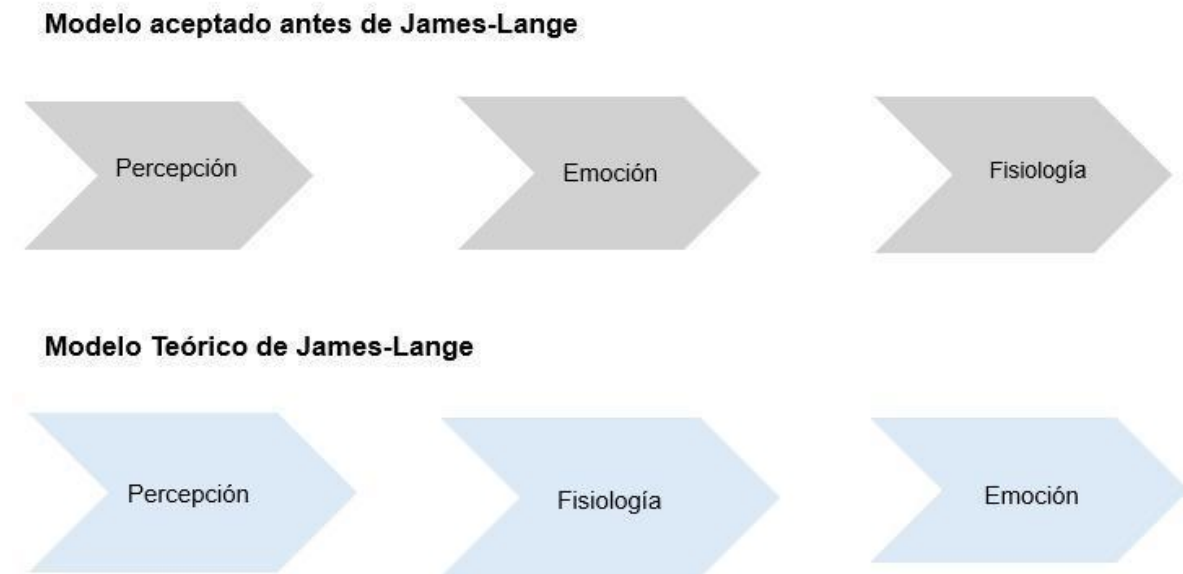
En el caso de sujetos en condiciones psiquiátricas con sintomatología de aplanamiento emocional o supresión de las emociones se reporta una menor activación de la corteza cingulada anterior en comparación con los sujetos sanos, lo cual implica un deterioro en la regulación emocional, así como en el procesamiento del miedo (Stevens et al. 2011).

1.1.3. Teoría emocional de James-Lange

Desde las teorías tradicionales de los griegos hasta las teorías modernas de Darwin y Descartes se pensaba que el procesamiento emocional empezaba desde la percepción de un estímulo, lo cual produce una emoción, y este se ve reflejada en el cuerpo, es decir, la experiencia emocional produce una respuesta psicofisiológica (Haye et al. 2017), esto se explica mejor en la Figura 2.

Figura 4

Modelo teórico de James-Lange



Nota. El modelo de James-Lange surge en 1880 y plantea que la emoción surge a partir de percibir cambios fisiológicos. Antes de esto, Darwin proponía que primero aparece la emoción y después la respuesta fisiológica.

La teoría emocional de James-Lange es una de las pioneras en la exploración de las emociones de forma científica, aparece en la década de 1880, fue desarrollada de forma independiente por William James y Carl Lange, ellos hipotetizan al contrario de las teorías tradicionales que las emociones son experiencias psicofisiológicas que responden a estímulos, en otras palabras, las experiencias fisiológicas como el llanto, el aumento de la frecuencia cardiaca o la sudoración precede a la emoción (Haye et al. 2017).

De acuerdo con McCarty (2016) la teoría de James-Lange tiene cuatro elementos fundamentales:

- Cuando un evento que tiene carga emocional ocurre estimula a los receptores sensoriales
- Las señales nerviosas aferentes envían señales a la corteza cerebral y se percibe el evento
- Los impulsos nerviosos eferentes estimulan los músculos esqueléticos y viscerales para prepararlos para la respuesta
- Las señales aferentes vuelven a la corteza cerebral y se perciben los detalles emocionalmente relevantes del evento

Aunque, su teoría fue sumamente criticada en años posteriores por su falta de evidencia empírica, siendo Walter Cannon y Philip Bard algunos de sus máximos detractores y además crearon una nueva teoría emocional conocida como Cannon-Bard (Thanapatttheerakul et al. 2018).

1.1.4. Teoría emocional de Cannon-Bard

La teoría de Cannon-Bard fue desarrollada por Walter Cannon y su alumno Philip Bard, surge unos años después de la publicación de la teoría emocional de James-Lange la cual dominó el campo hasta 1927, en ese año Cannon-Bard criticaron en un artículo la teoría de James-Lange por su falta de evidencia empírica (McCarty, 2016).

Ante la falta de evidencia empírica de la teoría de James-Lange Cannon y Bard publicaron en conjunto una serie de artículos que son resultado del trabajo de dos décadas (desde 1910 a 1930), en estos trabajos se centraron en el aspecto fisiológico de los fenómenos empíricos (Bağ, 2016).

Cannon (1927) pensaba que el procesamiento de las emociones ocurría en zonas subcorticales del cerebro como el tálamo y que estas zonas estaban listas para realizar una poderosa descarga motora.

Para explorar las respuestas emocionales Cannon y Bard realizaron experimentos con animales, en donde se lesionaron o removieron distintas zonas del cerebro como la corteza cerebral o zonas subcorticales como el hipotálamo para observar las respuestas emocionales de estos (Bard, 1934; Wagner et al. 2004).

Philip Bard (1934) describió una serie de observaciones con perros y gatos en las cuales se lesionaron diferentes partes del cerebro, primero se observó que tras remover la corteza cerebral los perros tenían un comportamiento más agresivo y estereotipado ante los estímulos que se presentaban, a tal fenómeno se le conoce como *sham rage* o furia fingida, esta observación llevó a la conclusión que las respuestas emocionales tales como la activación del SNA (dilatación de pupilas, piloerección, sudoración, etc...) seguirán existiendo a pesar de la extracción de la corteza cerebral, por lo tanto las descargas motoras son de origen subcortical.

Bard (1934) menciona que tras lesionar áreas corticales las respuestas emocionales seguían ocurriendo, de tal manera la expresión emocional ocurriría principalmente en zonas subcorticales y estas estarían listas para generar respuestas simpáticas al mismo tiempo que la experiencia emocional (Wagner et al. 2004).

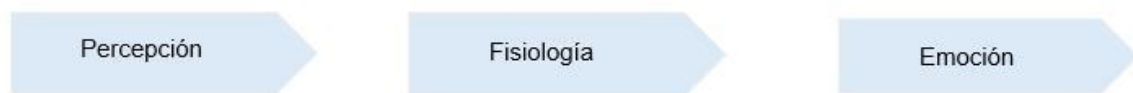
Lo anterior es coherente con los observaciones en humanos, ya que en las primeras etapas de la anestesia general se suprimen los procesos corticales pero no los procesos subcorticales, ello implica que existan respuestas emocionales aun con la supresión de los procesos corticales, partiendo de estos hallazgos Cannon y Bard

postularon que los centros talámicos e hipotalámicos organizan las respuestas simpáticas y expresivas a los estímulos emocionales, estos están controlados a su vez por la corteza cerebral (Wagner et al. 2004)(Ver Figura 3).

Figura 5

Comparación del modelo teórico James-Lange y Cannon-Bard

Modelo aceptado antes de James-Lange



Modelo Emocional de Cannon-Bard



Nota. El modelo teórico de Cannon-Bard a diferencia del modelo de James-Lange propone que la experiencia emocional ocurre al mismo tiempo que la experiencia fisiológica.

Cannon (1927) describió que el procesamiento emocional empieza cuando aparece el estímulo emocional que excita a los receptores y estos a su vez envían el impulso a la corteza cerebral, donde a partir de procesos de condicionamiento se inicia la dirección de la respuesta motora, luego de pasar por la corteza cerebral se estimulan las neuronas del tálamo, el cual tiene una configuración especial para

cada tipo de emoción, luego de la descarga del tálamo las neuronas no solo interactúan sobre los músculos y las vísceras, además de ello tienen un efecto sobre las neuronas corticales, en resumen, cuando ocurre la descarga talámica también ocurren cambios en el cuerpo de forma simultánea a la experiencia emocional[1].

1.1.5. Clasificación

De acuerdo con la revisión de Fossati (2012), existen tres modelos principales para clasificar las emociones:

- **Modelo básico de la emoción:** Este modelo distingue un conjunto de emociones universales y fundamentales, como la alegría, el enojo y la tristeza. Ejemplos de esta clasificación incluyen los trabajos de Plutchik (1980) y Wilcox (1982).
- **Modelo dimensional:** Las emociones se organizan en función de dos dimensiones principales: valencia (positiva o negativa) y excitación (alta o baja), en este modelo podemos encontrar diferentes estudios, los cuales utilizan estímulos visuales como las imágenes del International Affective Picture System (IAPS), por ejemplo, el estudio de Grimm et al. (2006).
- **Modelo de proceso-componente:** En este modelo, las emociones se conceptualizan como una combinación de distintos subprocesos, incluyendo cambios cognitivos, expresiones faciales y respuestas psicofisiológicas.

Dentro del modelo básico de la emoción, la rueda de emociones de Wilcox (1982) se basa en el trabajo previo de Plutchik (1980), aunque con una diferencia de que la rueda de Wilcox permite mayor flexibilidad, ya que el usuario puede agregar términos emocionales siguiendo una lógica estructurada. En su versión original,

Wilcox identificó seis emociones primarias: tristeza, alegría, enojo, miedo, poder y paz, de las cuales derivan seis emociones secundarias por cada principal.

1.2 Procesamiento de la información social

1.2.1. Cognición social

El éxito en las interacciones sociales depende en gran medida de la habilidad para reconocer las emociones de otras personas, lo que nos permite adoptar conductas adaptativas. De esta manera, determinar qué comportamiento es adecuado al medio social en el que nos encontramos (Frith, 2008).

Para Herold et al. (2015) el proceso dirigido a otros y que retoma partes de la experiencia propia para predecir las conductas de los demás se puede denominar como cognición social, Frith (2008) consideró que la cognición social o el procesamiento de estímulos sociales nos ayuda a tener respuestas adaptativas a nuestro entorno social para ello echamos mano de diversos procesos como el aprendizaje, este nos permite identificar cuándo es óptimo acercarnos a alguien o cuando debemos de alejarnos de un estímulo aversivo.

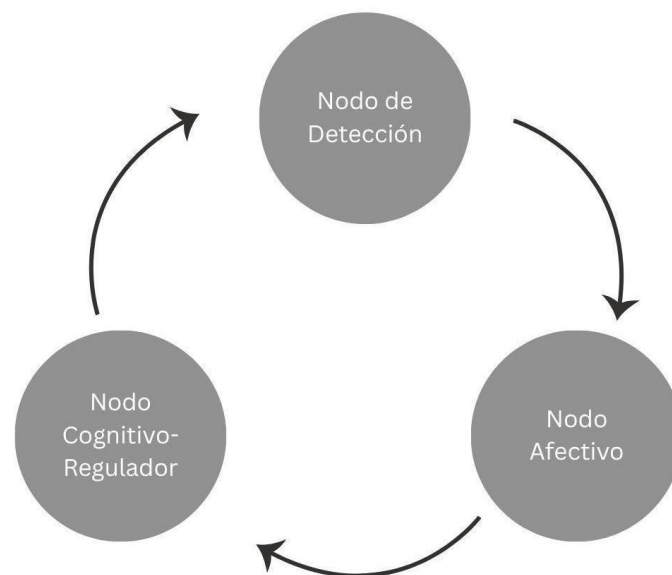
1.2.2. SPIN

Para explorar el cerebro social, Nelson et al. (2005) propuso la red de procesamiento de información social o SPIN (por sus siglas en inglés), en el cual sugiere que existen relaciones bidireccionales en tres áreas del cerebro. La primera área se encarga de la detección social en el cual están involucradas zonas prefrontales (nodo de detección), la segunda área se encarga del procesamiento afectivo el cual involucra a regiones límbicas (nodo afectivo) y por último están los

procesos cognitivos de orden superior que involucra a regiones prefrontales (nodo cognitivo regulador) (Ver Figura 4).

Figura 6

Red de Procesamiento de Información Social



Nota. La Red de Procesamiento de Información Social se divide en 3 nodos que abarcan desde zonas del lóbulo temporal (Nodo de detección), zonas límbicas (Nodo afectivo) y zonas prefrontales (Nodo Cognitivo-Regulador).

El nodo de *detección* se encarga de detectar y categorizar los diversos estímulos sociales, además de reconocer las propiedades sociales de los diversos estímulos, esté madura antes de la entrada a la adolescencia y es el único de los tres nodos que no presenta cambios a lo largo de la vida, las zonas del cerebro que participan son el surco temporal superior, el área fusiforme de la cara, la corteza

occipital anterior, el surco interparietal y la corteza temporal anterior (Nelson et al. 2005).

En cuanto a estudios experimentales que respalden las ideas propuestas por Nelson et al. (2005) encontramos estudios de fMRI como el de Puce et al. (1998) en donde encontró que zonas del lóbulo temporal, en específico el surco temporal superior participa durante el procesamiento de estímulos sociales como el movimiento de la boca y los ojos.

Más recientemente Gilaie-Dotan et al. (2013) al igual que Puce et al., (1998) encontraron que el surco temporal superior es de suma importancia en la detección de movimientos humanos en comparación con movimientos no humanos mediante una tarea con fMRI, aunque a diferencia del estudio de Puce et al. (1998), también se encontró mayor activación en la corteza prefrontal ventral.

El segundo nodo es el afectivo, el cual tiene cambios y reorganizaciones a lo largo de la vida y sobre todo durante la adolescencia, en donde las hormonas gonadales tienen un papel crucial en las funciones de este nodo, se cree que muchos sistemas están relacionados aquí y se encargan de determinar un valor emocional a los estímulos sociales, en este proceso participan regiones del sistema límbico, aunque también se encuentran zonas como el cuerpo estriado ventral, el tabique, el núcleo del lecho de la estría terminal y la corteza orbitofrontal (Nelson, 2005).

Diversos estudios respaldan el papel del sistema límbico en el procesamiento emocional como el de Adolphs et al., (1999) en donde se encontró que las personas con lesiones en la amígdala son menos eficientes al reconocer la intensidad de las emociones en comparación con sujetos sanos.

También estudios con fMRI como los de Immordino-Yang et al. (2011) demuestran el papel del hipocampo en el procesamiento de emociones sociales o estudios como el de Schnell et al., (2011) en donde se señala el rol del hipocampo durante la evaluación de los estados afectivos de otros.

Por último, en el nodo cognitivo-regulador ocurren tres procesos, primero se percibe el estado emocional de otras personas, este proceso se le atribuye a la corteza prefrontal dorsomedial, luego se inhiben las respuestas no adaptativas y se lleva a cabo en la corteza prefrontal ventral, y por último se generan las conductas dirigidas a objetivos específicos, en este nodo participan la corteza prefrontal medial y sus áreas derivadas (Nelson et al. 2005).

Estudios de fMRI como el de Krämer et al. (2010) señalaron la importancia de la corteza prefrontal durante el procesamiento de emociones, ya que está muestra mayor activación mientras se observan estímulos sociales afectivos en comparación con los neutros.

Además, al igual que Nelson et al. (2005) el estudio de Wager et al. (2008) señalaron la importancia de la zona ventral de la corteza prefrontal durante la regulación emocional, siendo clave para lograr o no regular las emociones.

1.3. Empatía

1.3.1 Definición

La empatía se puede definir cómo la habilidad para comprender, responder cómo se sienten las otras personas, relacionarse con los estados de ánimo y pensamientos de otros, y de esta forma tener relaciones sociales exitosas (Khanjani et al. 2015). Las deficiencias en la empatía se relacionan con diferentes trastornos

como alexitimia, autismo, psicopatía o la disregulación emocional (Decety et al. 2015; Khanjani et al. 2014; Schipper et al. 2013).

Davis (1983) propuso que la empatía puede dividirse en dos componentes. El primero, conocido como empatía afectiva; se refiere a las reacciones viscerales y emocionales ante las experiencias de otras personas. El segundo es la empatía cognitiva; se centra en la capacidad de comprender las perspectivas y sentimientos de otros.

1.3.2. *Empatía cognitiva*

De acuerdo con Shamay-Tsoory (2010) la empatía cognitiva puede ser definida como la capacidad de entender las emociones de otra persona, Decety (2004) agrega que esta también implica de la toma de perspectiva y componentes regulatorios.

Khanjani et al. (2014) distinguió la empatía afectiva de la cognitiva considerando que la primera es la capacidad de sentir y generar una reacción emocional acorde al estado de la persona observada y la segunda es comprender la emoción de la otra persona.

1.3.2.1 *Zonas del cerebro que se encargan de la empatía cognitiva*

De acuerdo con Decety et al. (2004), las zonas prefrontales son esenciales para comprender las emociones de los demás, desempeñando un papel clave en la empatía cognitiva. Su importancia podría deberse a su constante comunicación con regiones subcorticales como la amígdala (Ray et al. 2011; Fossati et al. 2012).

La revisión de Shamay-Tsoory (2010) indicó que la empatía cognitiva involucra procesos como la mentalización, asociados a un conjunto específico de

regiones cerebrales: surco temporal superior, unión temporoparietal, polos temporales, corteza prefrontal medial y corteza prefrontal ventromedial. Esta última también participa en la regulación emocional. En línea con ello, estudios con fMRI como el de Wager et al. (2008) confirmaron que la corteza prefrontal ventromedial influye en el éxito o fracaso de dicha regulación.

Schnell et al. (2011) propusieron la existencia de una red anatómica especializada en la mentalización, compuesta por la corteza prefrontal dorsomedial, el surco temporal superior y la unión temporoparietal. Bajo condiciones de empatía cognitiva, se observó activación en estas áreas. De forma similar, Masten et al. (2010) hallaron una mayor activación en la corteza dorsomedial prefrontal al observar a otra persona sufrir en un contexto social, además de la corteza cingulada posterior, la ínsula y la corteza cingulada anterior dorsal, estas últimas principalmente en individuos con altos niveles de empatía.

Por su parte, Lawrence et al. (2006) identificaron activaciones en el giro frontal inferior (BA44) y áreas premotoras (BA6) durante tareas de mentalización, así como en regiones somatosensoriales como la ínsula y el giro supramarginal. Además, la actividad en el cíngulo anterior rostral se asoció con niveles altos de angustia personal reportados por los participantes.

Finalmente, se ha observado que la empatía cognitiva no solo involucra la activación de regiones prefrontales, sino también un aumento en la actividad de estructuras límbicas como la amígdala y el hipocampo, implicadas en el procesamiento afectivo. Esto sugiere que, para comprender los estados emocionales ajenos, las personas recurren también a la exploración de sus propios estados afectivos (Schnell et al. 2011).

1.3.3 Empatía afectiva

Shamay-Tsoory (2010) definió a la empatía afectiva como la capacidad de sentir emociones similares a la persona que observamos, lo cual implica un contagio de la emoción percibida, esto va de la mano con la definición de Davis (1983) que propone a la empatía afectiva como una serie de reacciones viscerales.

La empatía afectiva implica activaciones en el SNC y el SNA, las regiones límbicas son las que muestran una mayor activación durante tareas de empatía afectiva (Schnell et al. 2011), además Kaiser et al. (2023) mostraron que hay mayor activación de la RS mientras reaccionamos a las emociones de otras personas.

1.3.3.1 Zonas del cerebro implicadas en la empatía afectiva

De acuerdo con la revisión de Shamay-Tsoory (2010), la empatía afectiva involucra principalmente estructuras límbicas, el sistema de neuronas espejo localizado en el lóbulo parietal inferior y el giro frontal inferior, este último relacionado con el contagio emocional.

Durante el contagio emocional se observan respuestas somáticas y un aumento en la actividad neuronal. Una región clave en este proceso es el surco temporal superior, que muestra mayor activación al imitar las expresiones faciales de otros (Decety et al. 2004). Esta idea es respaldada por trabajos como la revisión de Nelson et al. (2005) y estudios de fMRI realizados por Puce et al. (1998) y Gilaie-Dotan et al. (2013), que destacan al surco temporal superior como esencial para la detección de movimiento biológico (p. ej., movimientos de ojos o boca).

Decety et al. (2004) también señalaron que lesiones en la corteza motora pueden afectar la capacidad para identificar los estados emocionales de otros al observar sus rostros. Asimismo, resaltan la participación de estructuras subcorticales como la amígdala en el contagio y la expresión emocional. Revisiones como las de Frith (2007) y Wagner (2004) coincidieron en la importancia de la amígdala en el reconocimiento y expresión del miedo. De hecho, Adolphs et al. (1999) reportaron que sujetos con lesiones en esta estructura presentan dificultades para reconocer emociones.

En estudios con fMRI, como el de Nummenmaa et al. (2008), los focos de activación cortical durante la empatía afectiva se localizaron bilateralmente en el giro parahipocampal, ínsula derecha, surco frontal inferior, giro occipital medio y circunvolución occipital media. A nivel subcortical, se observó actividad en el tálamo derecho, tronco encefálico y caudado izquierdo. El principal hallazgo fue que, en comparación con la empatía cognitiva, la empatía afectiva incrementa la actividad en redes cerebrales relacionadas con el procesamiento emocional, la percepción de rostros y cuerpos, así como con la comprensión y simulación de las acciones de otros. Esto sugiere que el estado emocional ajeno es una señal clave para activar sistemas de emparejamiento acción–observación, preparando de forma automática conductas de aproximación o evitación.

1.3.3.2 Sistema nervioso autónomo en la empatía afectiva

El SNA tiene un rol importante en el procesamiento de la información social y de las emociones, los modelos teóricos de Cannon-Bard y James-Lange consideraron la activación fisiológica como una pieza clave dentro de sus postulados (Thanapattheerakul et al. 2018).

Durante la empatía el SNA nos ayuda a mimetizar la emoción de otras personas, por ejemplo, cuando vemos a alguien sonreír el SNA hace cambios correspondientes a la emoción que estamos observando y de esta manera tener una respuesta adaptativa (Decety et al. 2004).

Algunos de los cambios fisiológicos que produce el SNA durante la empatía incluyen el aumento en la conductancia de la piel (SCL). Por ejemplo, Qaiser et al. (2023) encontraron una mayor activación de la SCL durante la revelación de una emoción como durante el intento de empatizar con otra persona. Este incremento refleja una mayor activación de la RS, presente tanto en quien expresa la emoción como en el observador empático. Además, se identificaron patrones concordantes entre la reactividad de la SCL y el intervalo entre latidos (IBI), aunque este último efecto se observó únicamente cuando las personas que revelaban la emoción eran mujeres.

De Sousa et al. (2010) al igual que Qaiser et al. (2023) encontraron mayor activación en el SCL y en la electromiografía (EMG) en individuos sanos al reaccionar a estímulos emocionales de otro, en el caso de De Sousa et al. (2010) se usaron imágenes placenteras del IAPS, aunque se encontró una disminución con imágenes desagradables, en comparación los individuos con lesiones cerebrales en diferentes zonas muestran menor activación del SCL en comparación con las personas sanas.

Otro ejemplo del funcionamiento del SNA durante la empatía afectiva se encuentra en el estudio de Nazarewicz et al. (2015). En este trabajo, se observó que los individuos que presentan altos niveles de ansiedad y observan a otras personas sufrir muestran una regulación del SNP deficiente, evidenciada por una disminución

en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en la banda de alta frecuencia (HF-HRV). En contraste, los individuos sin ansiedad mantuvieron una frecuencia cardíaca sostenida

1.3.4 Antecedentes sobre empatía y reconocimiento emocional

En el estudio de Besel et al. (2010), se evaluó el reconocimiento emocional utilizando las imágenes de Ekman's Pictures of Facial Affect en relación con los niveles de empatía. En dicho estudio, las emociones mejor reconocidas fueron, en orden decreciente: el enojo, seguido de las expresiones neutrales, la alegría, el disgusto, la tristeza, el miedo y la sorpresa. Además, se encontró que las personas con puntuaciones altas en empatía reconocen mejor las emociones en general. Específicamente, el estudio de Besel et al. (2010) reveló que el miedo fue la única emoción que mostró diferencias estadísticamente significativas entre personas con alta y baja empatía.

Por su parte, Martin et al. (2019) buscaron encontrar las diferencias entre la empatía, los rasgos autistas y el reconocimiento emocional. Para ello, utilizaron videos en los cuales, a través de un avatar sin expresiones faciales, los participantes debían identificar ocho emociones. Se encontró que las personas con rasgos de autismo tienen un peor desempeño en la tarea; sin embargo, las puntuaciones de empatía autorreportada no fueron un predictor significativo en el reconocimiento de emociones.

En el contexto mexicano, Martínez-Velázquez et al. (2020) realizaron un estudio en el que se les pidió a dos grupos (alta y baja empatía) reconocer las emociones de una serie de videos narrados por una actriz. No se encontraron diferencias significativas en la precisión del reconocimiento emocional entre los

grupos de alta y baja empatía. En dicha investigación, aunque el grupo de alta empatía mostró puntuaciones más altas en la mayoría de los casos, estas diferencias no alcanzaron a ser significativas. Sin embargo, en este estudio se reporta que los hombres con alta empatía tienen una mayor excitación ante las emociones de alegría y miedo en comparación con los de baja empatía.

1.4. El Sistema Nervioso Autónomo

1.4.1. Definición y composición

El SNA, al igual que el sistema nervioso central, nos permite generar respuestas adaptativas a estímulos sociales (Appelhans et al. 2006). De esta forma, el SNA juega un rol esencial en la empatía; por ejemplo, un estudio con personas con enfermedades neurodegenerativas que afectan el SNA reportó menor empatía afectiva y cognitiva (Chauhan et al. 2008). Este se distribuye a través del SNC y el sistema nervioso periférico (SNP) y está compuesto por neuronas aferentes, eferentes y conectoras. Su función principal es regular procesos homeostáticos esenciales, como la actividad cardiovascular, la termorregulación y el funcionamiento gastrointestinal (Johnson et al. 2019).

De acuerdo con Johnson et al. (2019) el SNA se divide en dos ramas principales: RS y RP, que tienen efectos opuestos pero complementarios en el organismo, aunque comparten algunas características, por ejemplo, anatómicamente ambos sistemas comparten fibras preganglionares ligeramente mielinizadas, además, los efectos de ambos sistemas reflejan la coordinación que tienen con el SNC (Gibbons, 2019). La RS prepara al cuerpo para situaciones de emergencia o estrés agudo, facilitando respuestas de 'lucha o huida' mediante el aumento de la frecuencia cardíaca, la dilatación pupilar y la inhibición de funciones

no esenciales como la digestión. Por su parte, la RP promueve la conservación y recuperación de energía, favoreciendo estados de relajación y recuperación al disminuir la frecuencia cardíaca, estimular la digestión y restablecer el equilibrio homeostático (Johnson, 2019).

Entre otras cosas la interacción entre ambas ramas permite una regulación eficiente de las respuestas fisiológicas de estímulos emocionales, lo que subraya su importancia en el procesamiento emocional. En este contexto, índices autonómicos como el SCL y la VFC se han identificado como marcadores relevantes durante el reconocimiento de emociones (Lane et al. 2009; Banks et al. 2012).

1.4.1.1 Rama Simpática

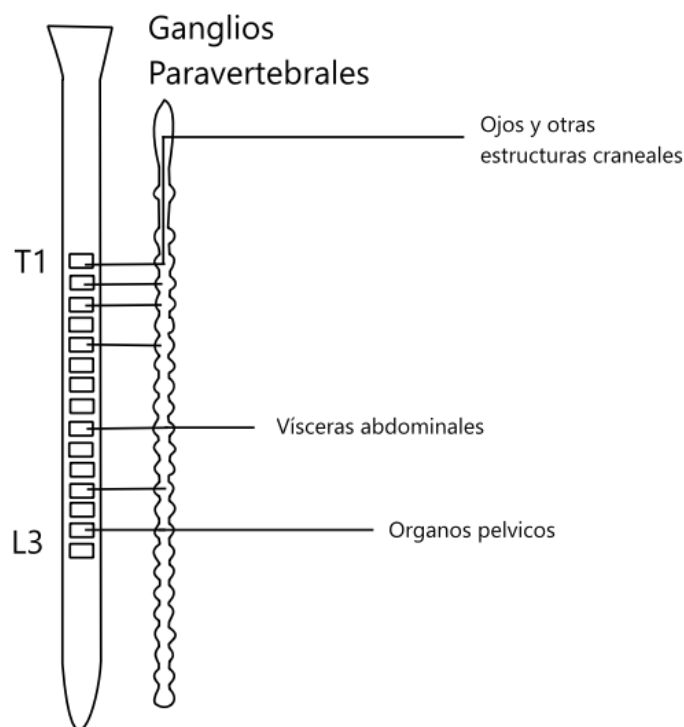
Es responsable de modular funciones viscerales fundamentales, incluyendo la actividad cardíaca y la estimulación de glándulas como la suprarrenal, (Johnson, 2019). Según Gibbons (2019), el neurotransmisor de las neuronas preganglionares del SNS es la acetilcolina, la cual actúa sobre receptores nicotínicos en las neuronas del ganglio simpático. En contraste, las neuronas posganglionares liberan norepinefrina como neurotransmisor principal, la cual actúa sobre receptores adrenérgicos localizados en los órganos efectores periféricos.

Desde el punto de vista anatómico, las fibras preganglionares del SNS emergen de los cuerpos celulares ubicados en la médula espinal a nivel toracolumbar (T1-L2). Estas fibras se proyectan a través de las raíces anteriores hacia los ganglios paravertebrales de la cadena simpática o a ganglios prevertebrales ubicados más distalmente. Las fibras preganglionares suelen ser cortas, mientras que las posganglionares son más largas (Gibbons, 2019).

La innervación simpática de la cabeza y el cuello proviene de los ganglios cervicales, que reciben fibras de los segmentos torácicos superiores. Por otro lado, la innervación de las extremidades inferiores es mediada por fibras que emergen de los segmentos torácicos inferiores y lumbares, las cuales hacen sinapsis en ganglios simpáticos lumbares y sacros (Gibbons, 2019).

Figura 7

Distribución del Sistema Nervioso Simpático



Nota. La imagen muestra la distribución del Sistema Nervioso Simpático y sus salidas

1.4.1.2 Rama parasimpática

La RP promueve estados de relajación y equilibrio homeostático, siendo su función principal la conservación de energía (Johnson, 2019). De acuerdo con

Gibbons (2019) la RP anatómicamente presenta neuronas preganglionares que emergen de:

- Nervios craneales: III (oculomotor), VII (facial), IX (glossofaríngeo) y X (vago)
- Nervios sacros: S2, S3 y S4

A diferencia de la RS la RP no tiene una larga cadena de ganglios en la columna vertebral, el SNP tiene una serie de ganglios que están ubicados cerca del organo final, de esta manera las fibras preganglionares son más largas que las postganglionares (Gibbons, 2019).

De acuerdo con Gibbons (2019) la salida de la RP ocurre de las siguientes formas:

- Nervio Craneal III (Oculomotor): Las fibras parasimpáticas se originan en el núcleo de Edinger-Westphal (en el mesencéfalo), luego viajan a través del nervio craneal 3 en donde se conectan con el ganglio ciliar, luego las fibras postganglionares se extienden por los nervios ciliares en donde abastecen los músculos del iris y el músculo ciliar.
- Nervios Craneales VII (Facial) y IX (Glossofaríngeo): Las fibras preganglionares de los nervios craneales 7 y 9 se originan en el núcleo salivatorio superior, algunas de estas fibras forman sinapsis en el ganglio pterigopalatino, desde donde las fibras postganglionares inervan las glándulas lagrimales a través de ramas del nervio maxilar. Otras fibras preganglionares viajan por la cuerda del tímpano y se unen al nervio lingual para alcanzar el ganglio submandibular, inervando las glándulas submandibulares y sublinguales.

- Nervio Craneal X (Vago): Las fibras preganglionares se originan en el núcleo motor dorsal del vago y el núcleo ambiguo y se extienden hasta el corazón, pulmones, hígado, páncreas, pulmones, tracto gastrointestinal hasta el ángulo esplénico.
- Médula espinal sacra S2-S4: Estas fibras se extienden a las vísceras pélvicas donde los ganglios locales actúan sobre el órgano de interés.

1.4.2 Red Autonómica Central

El SNA se ve influenciado por algunas áreas del cerebro que forman una red llamada red autonómica central (RAC), y modulan los cambios para poder dar una respuesta adaptativa a nuestro entorno. La RAC está compuesta por distintas áreas interconectadas y desempeñan roles cruciales en la regulación de funciones autónomas, estas áreas incluyen zonas del telencéfalo, diencefalo y el tronco encefálico (Benarroch, 1993; Sklerov et al. 2018).

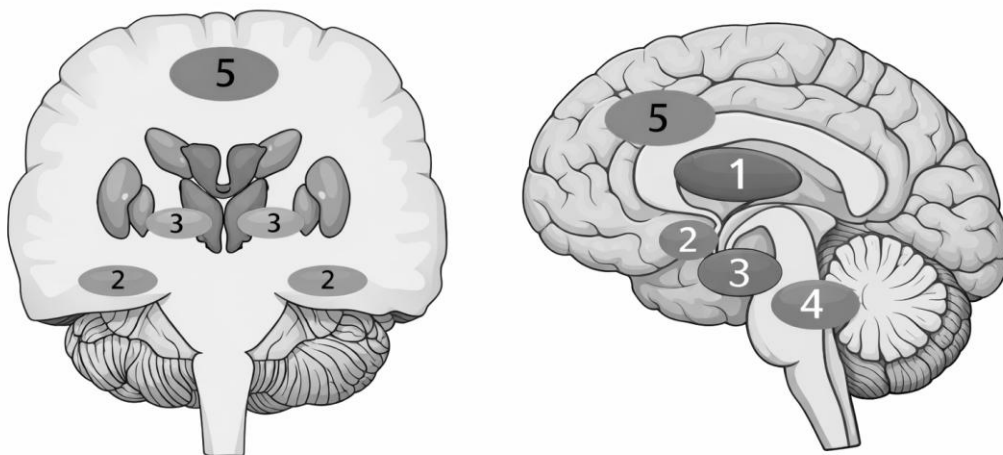
De acuerdo con Sklerov et al. (2018), las zonas del cerebro comúnmente relacionadas con la Red Autonómica Central (RAC) incluyen la ínsula, la amígdala, el hipocampo, la sustancia gris periacueductal, el núcleo del tracto solitario, la corteza prefrontal, el cerebelo y las porciones ventrolaterales de la médula (Ver Figura 8). Esto coincide con la revisión de Dawson et al. (2007), quienes señalaron que estructuras como la amígdala, el hipocampo y otras áreas del sistema límbico participan en la regulación de funciones autonómicas, como el SCL.

Sklerov et al. (2018) proponen la siguiente organización jerárquica de la RAC:

- Primer nivel: En el tronco encefálico, el núcleo del tracto solitario y el núcleo parabraquial se encargan del control inmediato, la circulación, la respiración, la función gastrointestinal y la micción
- Segundo nivel: La sustancia gris periacueductal en el mesencéfalo se encarga de la modulación del dolor, además de las respuestas conductuales del estrés y el sueño
- Tercer nivel: En el prosencéfalo, el hipotálamo integra respuestas autonómicas como el sueño, además otras zonas del sistema límbico se encargan de la sensación corporal y el dolor en respuestas emocionales

Figura 8

Organización de la Red Autonómica Central



Nota. La imagen muestra las zonas del cerebro encargadas de la RAC (1) Ínsula, (2) amígdala, (3) hipotálamo, (4) sustancia gris periacueductal, (5) corteza cingulada anterior

La RAC integra a la RS y la RP y sus salidas en el RS están ubicadas en la médula espinal toracolumbar de la sección T1 a L2, estas reciben la descarga del hipotálamo y la médula, esta descarga es crítica para diversas funciones como la presión arterial o para la regulación del estrés (Lamotte et al. 2021)

Lamotte et al. (2021) mencionaron que las salidas de la RAC en el RP se generan de las siguientes formas:

- Craneales: Nervios Craneales 3, 7 Y 9
- Visceras torácicas y abdominales: Estas están comunicadas por medio del nervio vago
- Órganos pélvicos: Estas se originan en las neuronas preganglionares sacras y se dirigen a la vejiga, órganos sexuales y el recto

De acuerdo con Appelhans et al. (2006) la RAC ayuda a regular las respuestas y la regulación de las emocionales con ajustes flexibles en la excitación fisiológica, este proceso empieza cuando la RAC recibe información de las vías sensitivas, luego esta información es procesada en el SNC, por último, la RAC genera cambios en el SNA permitiendo que se genere una respuesta adaptativa al entorno

1.4.3 Fisiología Cardiovascular

El sistema cardiovascular está compuesto por el corazón, sangre y vasos sanguíneos. Estos componentes trabajan de manera coordinada para garantizar

que la sangre oxigenada llegue desde los pulmones a todos los tejidos del cuerpo, asegurando su adecuado funcionamiento (Berntson et al. 2007).

Este inicia su trabajo cuando la sangre oxigenada es distribuida desde la aorta hacia todo el cuerpo a través de las arterias. Posteriormente, la sangre desoxigenada regresa al corazón por medio de las venas, ingresando en la aurícula derecha, desde donde es bombeada hacia los pulmones para su oxigenación. Una vez oxigenada, la sangre retorna a la aurícula izquierda y luego al ventrículo izquierdo, donde comienza nuevamente el ciclo (Berntson et al. 2007).

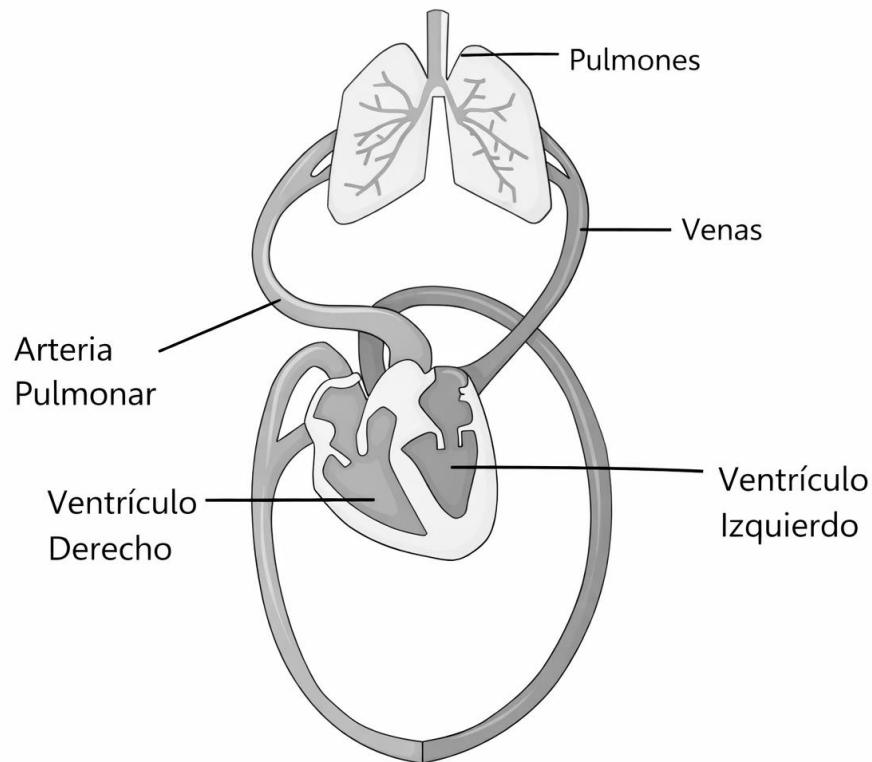
El ciclo cardíaco consta de dos fases: la sístole y la diástole. La sístole ocurre cuando el corazón se contrae para bombear sangre, mientras que la diástole corresponde al momento en que el corazón se relaja, permitiendo que las cavidades se llenen de sangre. El ciclo cardíaco comienza y termina con la diástole (Fukuta et al. 2008).

En la primera etapa, la presión en el ventrículo izquierdo aumenta sin que ocurra un cambio en su volumen (contracción isovolumétrica). Posteriormente, cuando la presión en el ventrículo izquierdo supera la presión en la aorta, se abre la válvula aórtica, permitiendo la eyección de sangre. Esta fase de eyección finaliza con el cierre de la válvula aórtica. Finalmente, la presión en el ventrículo izquierdo desciende sin un cambio en su volumen (relajación isovolumétrica), hasta que la válvula mitral se abre, marcando el inicio de un nuevo ciclo cardíaco (Fukuta et al. 2008).

La VFC está influenciada de manera dual por el SNA. Por un lado, la actividad de la RS genera excitación en el nodo sinusal, lo que incrementa la VFC. Por otro lado, una mayor actividad del RP está asociada con una influencia

inhibitoria en la VFC. Aunque ambos sistemas influyen en la VFC, la actividad parasimpática es predominante en condiciones de reposo (Appelhans et al. 2006; Lane et al. 2009).

La VFC refleja una serie de deflexiones en el electro voltaje. Cada uno de estos cambios representa el período del corazón que ocurre entre dos latidos, conocido como intervalo entre latidos (IBI). Las ondas del electrocardiograma (ECG) se identifican con letras que van desde la P hasta la T, y cada una de ellas tiene un significado específico. La onda P refleja la despolarización de la aurícula derecha, mientras que el complejo QRS representa el voltaje que atraviesa el corazón, asociado con la despolarización de los ventrículos. Finalmente, la onda T refleja la repolarización de los ventrículos (Quigley et al. 2024).

Figura 9*Sistema Cardiovascular*

Nota. La imagen muestra la distribución sistema circulatorio

Estas oscilaciones en la VFC se miden en hertz se dividen en cuatro diferentes bandas las cuales son; Banda de frecuencias ultra bajas (ULF) que es ≤ 0.003 Hz, la banda de frecuencias muy bajas (VLF) que va de 0.0033 a 0.04 Hz, la banda de frecuencias bajas (LF) que va de 0.04 a 0.15 Hz, y las frecuencias altas (HF) que son de 0.15 a 0.4 Hz (Shaffer et al. 2017).

1.4.3.1 Teoría Polivagal

La teoría polivagal fue propuesta por Porges (1995), en la cual se plantea que el nervio vago tiene diferentes rutas para regular el ritmo del corazón, está compuesto por tres sistemas neuronales

- Núcleo Ambiguo: Inhibe la influencia de la RS en el corazón y permite un estado de calma, facilita las interacciones sociales positivas, comunicación y regulación emocional
- Sistema Nervioso Simpático: Desinhibe la acción de la RS en el corazón, favorece la respuesta de lucha o huida y reduce la capacidad de comunicación social
- Núcleo Motor Dorsal Vago: Se activa el sistema vagal primitivo o no mielinizado, este se activa en casos de peligro extremo causando inmovilización y conservación.

De acuerdo con Rodríguez-de Ávila et al. (2020) el aumento del tono vagal está relacionado con el funcionamiento social, de igual manera, Blons (2021) menciona que la actividad cardíaca está influenciada por el nervio vago, el cual tiene dos caminos de comunicación entre el cerebro y el corazón, el ascendente (del corazón al cerebro) y el descendente (del cerebro al corazón), de esta forma por medio de la VFC podemos ver reflejada la actividad en el SNC.

1.4.3.2 Teoría de Integración Neurovisceral

La teoría de la integración neurovisceral, propuesta por Thayer y Lane en el año 2000, sugirió que las áreas frontales y del mesencéfalo regulan el control vagal del corazón (Jennings et al. 2015).

Esta teoría se basa en la existencia de la RAC, la cual incluye regiones prefrontales y subcorticales, la VFC está modulada por la RS y la RP, de tal forma que un buen funcionamiento de la RAC se refleja en una VFC alta, acompañado por un tono vagal robusto y la VFC baja representa una desinhibición de la RAC. De

esta manera, la actividad de la VFC refleja el funcionamiento de la RAC a través de su comunicación con el nervio vago (Thayer et al. 2002).

En este sentido, la VFC puede considerarse un marcador de diversos trastornos psicológicos. Por ejemplo, una disminución en la VFC se ha asociado con ansiedad por pánico, deficiencias en el control atencional, dificultades en la regulación emocional y depresión (Thayer et al. 2000).

Un ejemplo de la influencia del SNC en la actividad cardíaca es el estudio experimental llevado a cabo por Lane et al. (2009) con películas mudas encontró que las frecuencias altas (HF) muestran activaciones con el tálamo, la corteza prefrontal medial y las cortezas temporales superior e inferior derecha, de igual manera el córtex frontal medial rostral anterior bilateral se activa cuando aumentan las HF, así mismo el precuneus derecho y el córtex prefrontal ventrolateral derecho mostraron disminuciones cuando se disminuyen las HF.

1.4.4. Respuesta Electrodermal

La piel es el órgano más grande que tenemos y nos ayuda a que los agentes patógenos no entren a nuestro organismo, además de ello una de las funciones de la piel es mantener estable la temperatura en nuestro cuerpo Dawson et al. (2007).

En nuestro cuerpo existen dos tipos de glándulas sudoríparas, las glándulas apocrinas y las ecrinas, las glándulas ecrinas están en la palma de las manos y reaccionan a estímulos psicológicamente significativos (Dawson et al. 2007; De Sousa et al. 2010) (Ver Figura 6).

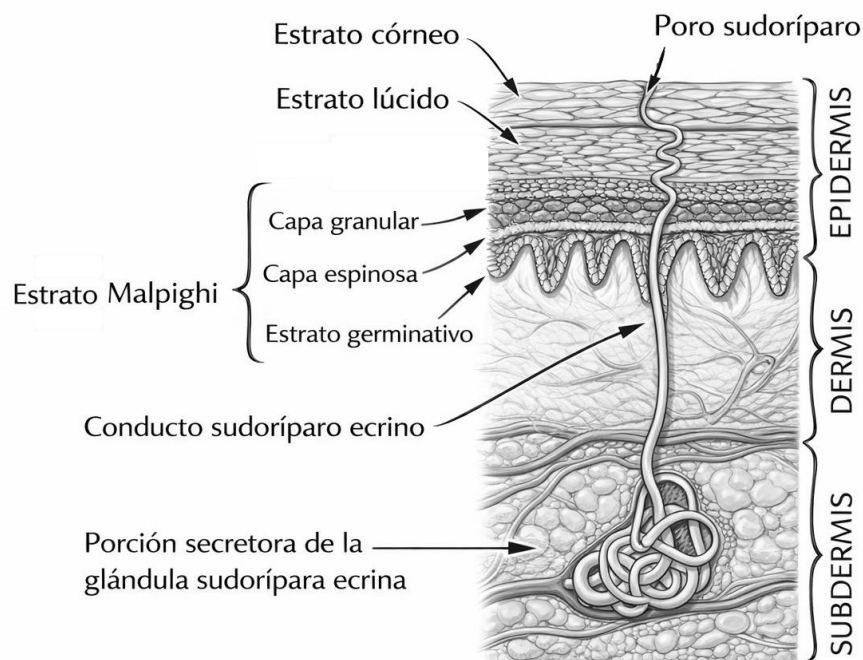
Cada glándula ecrina es una estructura tubular de aproximadamente 3 a 5 mm de longitud, que consta de una bobina secretora ubicada en la parte inferior del

conducto sudoríparo. Las glándulas secretoras están formadas por tres tipos de células principales: oscuras, claras y mioepiteliales. Las células oscuras y claras son responsables de la secreción, mientras que las células mioepiteliales brindan soporte estructural y funcional a las otras células glandulares (Cui et al. 2015).

Uno de los marcadores biológicos utilizados para medir variaciones autonómicas es el SCL, que sigue la ley de Ohm y se mide en microsiemens (μS). Esta actividad refleja principalmente la función de la RS mediante activación colinérgica, aunque también puede estar influenciada por el SNP (Dawson et al. 2007).

Figura 10

Glándulas sudoríparas



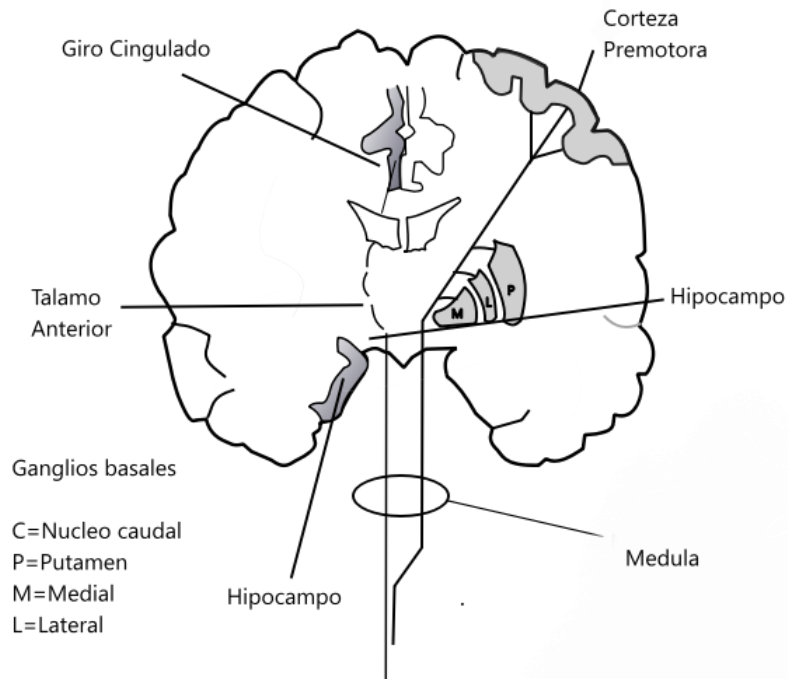
Nota. La imagen muestra la estructura de las glándulas ecrinas

La actividad eléctrica en la piel muestra influencias corticales y subcorticales contralaterales e ipsilaterales (Ver Figura 7), Dawson et al. (2007), divide estas influencias en tres:

- La primera implica influencias excitatorias e inhibitorias de zonas corticales y ganglios basales, empiezan en la corteza premotora, desciende por el tracto piramidal
- La segunda implica influencias ipsilaterales del hipotálamo y el sistema límbico, teniendo influencias excitatorias de la amígdala e inhibitorias del hipocampo
- La tercera es la formación reticular del tronco encefálico teniendo una influencia excitatoria, por último, en el nivel bulbar de la formación reticular también se encuentra un control inhibitorio del SCL

Diferentes estudios han explorado la reactividad del SCL en el procesamiento emocional. Por ejemplo, Nava et al. (2016) mostraron que, desde los primeros meses de vida, existe una respuesta galvánica ante estímulos visuales asociados con la emoción del enojo.

De Sousa et al. (2010) encontraron que, en personas sin afecciones neurológicas, los estímulos visuales agradables generan una mayor activación del SCL, mientras que los estímulos desagradables producen una disminución. Por otro lado, personas con lesiones en distintas regiones cerebrales muestran menor activación del SCL en comparación con un grupo experimental sano. Además, estas personas tienden a infravalorar la excitación de imágenes agradables en comparación con los valores normales.

Figura 11*Influencias del SNC en el SCL*

Nota. La imagen muestra las influencias tanto excitatorias como inhibitorias del sistema nervioso central en la conductancia de la piel de acuerdo con Dawson et al. (2007)

Khalfa et al. (2002) observaron que estímulos musicales que evocan miedo y felicidad están asociados con un incremento en la conductancia de la piel. De manera similar, Banks et al. (2012) reportaron un aumento del SCL en condición de felicidad en una tarea de reconocimiento de rostros.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

Las emociones son estados complejos que implican respuestas fisiológicas, comportamentales y subjetivas, coordinadas para facilitar la adaptación a estímulos ambientales (Obradović, 2012). Estas generan cambios tanto en el sistema nervioso autónomo (SNA) como en el sistema nervioso central, permitiendo respuestas adaptativas (Appelhans et al. 2006).

Para la adaptación al entorno social es fundamental reconocer las emociones de los demás. La habilidad para lograr este reconocimiento es la empatía, que permite comprender lo que otras personas sienten o piensan (Decety et al. 2015). De acuerdo con Davis (1983), la empatía tiene dos componentes principales: (1) la empatía afectiva, que se refiere a las reacciones viscerales y emocionales ante las experiencias ajenas, y (2) la empatía cognitiva, que implica la capacidad de comprender y nombrar las emociones de los demás.

Aunque existen numerosos estudios sobre los correlatos neuronales de la empatía, los correlatos autónomos nos brindan información sobre las respuestas viscerales a las emociones que pueden servir como biofeedback al individuo. Por ejemplo, algunos estudios han encontrado asociaciones entre la empatía y ciertas respuestas fisiológicas, De Sousa et al. (2010) y Kaiser et al. (2023) reportaron una mayor activación en el SCL y en la electromiografía (EMG) en individuos sanos al reaccionar a estímulos emocionales ajenos. En el caso de De Sousa et al. (2020), se observaron aumentos en la SCL ante imágenes placenteras del IAPS, mientras que las imágenes desagradables mostraron una respuesta disminuida. En contraste, individuos con lesiones cerebrales en distintas regiones presentaron una menor activación del SCL en comparación con personas sanas.

De igual manera, Nazarewicz et al. (2015) encontraron que los individuos con altos niveles de ansiedad, al observar el sufrimiento ajeno, mostraban una regulación deficiente del sistema nervioso parasimpático (SNP), evidenciada por una disminución en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en la banda de alta frecuencia (HF-HRV). En contraste, los individuos sin ansiedad mantuvieron una frecuencia cardíaca estable.

Si bien estos estudios aportan información relevante sobre los cambios psicofisiológicos asociados a la empatía, resulta relevante identificar si existen respuestas diferenciadas ante estímulos sociales complejos. La mayoría de los trabajos se realizan con imágenes del IAPS o imágenes de rostros que presentan las emociones básicas, por lo que no se han explorado las respuestas ante estímulos dinámicos, como fragmentos de video. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo identificar si existen diferencias en el reconocimiento de las emociones entre personas de alta y baja empatía en contextos sociales, así como los cambios en biomarcadores psicofisiológicos como la conductancia de la piel y la frecuencia cardíaca durante el reconocimiento de distintas emociones (alegría, tristeza, miedo y enojo) en esta población.

2.2 Justificación

El procesamiento y la comprensión de estímulos socioemocionales complejos y dinámicos son fundamentales para que los seres humanos adapten sus respuestas conductuales a las demandas del entorno social (Schipper et al. 2013). En este contexto, la empatía es una habilidad esencial en la interacción social, ya que permite percibir, comprender y responder a las emociones y pensamientos de los demás (Decety et al. 2015).

Conocer los biomarcadores asociados al procesamiento de estos estímulos socioemocionales complejos puede ser de utilidad para el área de la psicología clínica, ya que puede ayudar al diagnóstico de distintos trastornos asociados con niveles anormales de empatía como lo pueden ser la psicopatía, el autismo, alexitimia, entre otros.

Además, este estudio servirá como base para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de intervenciones dirigidas al reconocimiento de estos patrones. Esto podría incluir entrenamientos específicos para mejorar el reconocimiento emocional y, con ello, optimizar la calidad de las interacciones sociales de los individuos.

En conclusión, este estudio contribuirá a la comprensión del papel de la empatía en el reconocimiento emocional y su impacto en los procesos fisiológicos, lo cual pretende ampliar el conocimiento teórico en psicofisiología, además de que podrá ser aplicado en entornos clínicos.

2.3 Pregunta

¿Existen diferencias en la precisión del reconocimiento emocional y los biomarcadores psicofisiológicos en jóvenes adultos con alta y baja empatía?

2.4 Objetivo General

Identificar si existen diferencias en la precisión del reconocimiento de emociones y las respuestas psicofisiológicas en sujetos con alta y baja empatía

2.5 Objetivos Específicos

Comparar la precisión del reconocimiento de emociones de emociones sociales complejas entre los grupos de alta y baja empatía

Identificar si existen diferencias en la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante el reconocimiento de emociones en los grupos de alta y baja empatía

Identificar si existen diferencias en la conductancia de la piel durante el reconocimiento de emociones en los grupos de alta y baja empatía

2.6 Hipótesis

- Los sujetos con alta empatía reconocen mejor las emociones que los sujetos con baja empatía
- Los grupos tienen una activación de la VFC diferente
- Los sujetos con alta empatía muestran una mayor activación en la conductancia de la piel durante el reconocimiento emocional en comparación con los sujetos de baja empatía

CAPÍTULO III. MÉTODO

3.1 Tipo de estudio

Investigación básica con un diseño experimental, porque los participantes no fueron asignados aleatoriamente a las condiciones experimentales, sino que fueron seleccionados en función de una característica preexistente: su nivel de empatía (alta o baja), además de ello, no se contó con un grupo experimental.

3.2 Muestra

Se les pidió a 134 participantes que respondieron el test IRI y se seleccionaron a 60 sujetos, tomando solo a aquellos que se encontraban en los dos quintiles extremos de acuerdo con su puntuación total obtenida en el IRI (baja empatía <86, alta empatía >93). Todos ellos eran mayores de edad, estudiantes de la licenciatura en psicología de la Escuela Superior de Atotonilco de Tula (ESAT), de los cuales 40 eran mujeres, con una media de edad de 20.95 años (DE = 3.45).

3.3 Criterios de inclusión

Para que fueran incluidos en el estudio los sujetos debían de cumplir con las siguientes características

- Mayores de edad
- Aceptaron participar en el estudio
- Estaban dentro del grupo de baja empatía de acuerdo con el puntaje obtenido en el IRI (<86)
- Estaban dentro del grupo de empatía alta de acuerdo con el puntaje obtenido en el IRI (>93)

3.4 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron los siguientes

- Tenían antecedentes psiquiátricos
- Fumaron o consumieron alguna sustancia psicotrópica previo a la realización del experimento
- Consumieron café 2 horas previo al experimento
- No estaban en el grupo de alta o baja empatía de acuerdo con el IRI

3.5 Recursos materiales y humanos

Dentro de los recursos materiales que se utilizaron se encontraban equipo de cómputo, videos socioemocionales validados, Equipo ProComp 2 infiniti con electrodos para señales psicofisiológicas, software Biograph, software para análisis de datos estadísticos (R Studio), el Software PsychoPy 2.4 (Peirce, et al. 2019), además del Índice de Reactividad Interpersonal (IRI) (Ahuatzin et al. 2019).

3.6 Instrumentos

Los datos se capturaron con el software BioGraph Infiniti con su respectivo Procomp Infiniti, de igual manera para la presentación de los datos se utilizó el software Psychopy 2.4, luego se digitalizó la señal y se obtuvieron los estadísticos del BioGraph Infiniti para después ser analizados en el SPSS, además se aplicó en línea el IRI.

3.7 Psychopy.

Psychopy (Peirce et al. 2019) es un software gratuito para psicología experimental, desarrollado por la universidad de Nottingham, para el experimento se utilizó la versión 2.4

3.8 ProComp Infiniti

El ProComp Infiniti es un equipo de biorretroalimentación desarrollado por Thought Technology. Se trata de un codificador multimodal de ocho canales que permite la adquisición de datos psicofisiológicos en tiempo real. Los dos primeros canales ofrecen una resolución de 2048 muestras por segundo, mientras que los seis restantes registran 256 muestras por segundo.

Este sistema permite la recolección de múltiples señales fisiológicas, incluyendo:

- Electroencefalograma (EEG)
- Electromiograma (EMG)
- Electrocardiograma (ECG)
- Temperatura de la piel
- Conductancia de la piel (SCI)
- Respiración
- Presión sanguínea (BVP)

Para la presente investigación, se utilizaron únicamente los datos de presión sanguínea periférica (BVP) y el SCL. El sensor de BVP, basado en tecnología de fotopletismografía, fue conectado al canal 1, mientras que el sensor de SCL se conectó al canal 3.

3.9 BioGraph Infiniti

El software BioGraph Infiniti, también de Thought Technology, fue empleado para capturar, procesar y visualizar las señales fisiológicas registradas por el ProComp Infiniti en tiempo real. Este software permite configurar los protocolos de adquisición, así como almacenar y analizar los datos obtenidos.

3.10 Interpersonal Reactivity Index (IRI)

El Interpersonal Reactivity Index (IRI) fue desarrollado por Davis (1980) para hablantes de inglés. Esta escala mide la empatía dividiéndola en dos componentes principales: cognitivo y afectivo, a través de cuatro subescalas:

- Fantasía (FS)
- Toma de Perspectiva (PT)
- Preocupación Empática (EC)
- Angustia Personal (PD)

Las subescalas Fantasía (FS) y Toma de Perspectiva (PT) corresponden al componente cognitivo, mientras que Preocupación Empática (EC) y Angustia Personal (PD) pertenecen al componente afectivo.

Toma de Perspectiva (PT): Los individuos con puntajes altos en esta subescala tienden a mostrar un mejor funcionamiento social, ya que su capacidad para adoptar la perspectiva de otros les permite predecir su comportamiento.

Fantasía (FS): Se asocia con la capacidad de imaginar la experiencia emocional de personajes ficticios en libros o películas. Además, está vinculada con una mayor activación de índices psicofisiológicos, como el SCL.

Preocupación Empática (EC): Altos puntajes en esta dimensión reflejan una mayor simpatía y calidez ante las respuestas emocionales de los demás.

Angustia Personal (PD): Se relaciona con altos niveles de ansiedad y malestar ante las emociones de otras personas.

La versión del IRI ha sido validada en población mexicana por Ahuatzin et al. (2019), obteniendo un coeficiente de alfa de Cronbach de .81, lo que indica una adecuada fiabilidad interna.

3.11 Tarea experimental y materiales

3.11.1 Validación de estímulos

Para validar los estímulos utilizados en el presente estudio se usó una base de 24 videos de aproximadamente 30 segundos cada uno, los cuales fueron presentados a un grupo de 40 alumnos a los cuales se les dio una hoja en donde debían indicar quién creían que era el o los protagonistas del clip y qué emoción o emociones estaban sintiendo los protagonistas.

Tabla 1

Porcentaje de protagonistas identificados

	Protagonista 1	Protagonista 2
Video 1	Neil – 80%	Padre – 20 %
Video 2	Sherlock – 95%	Profesor – 5%
Video 3	Sargento – 60 %	Joker 40%
Video 4	Claudia 83%	Maestro 17%
Video 5	Watson – 80%	Otros 20%
Video 6	Crazy – 45%	Otros – 55%
Video 7	Brian – 58%	Otros – 42%
Video 8	Tom – 100 %	
Video 9	Profesor – 85%	Otros –15

Video 10	Ralf – 53%	Otros – 47%
Video 11	Soldado 95%	Otros 5%
Video 12	Neil – 100%	
Video 13	Soldado – 80%	Otros 20%
Video 14	Bud – 100%	
Video 15	Andrew – 100%	
Video 16	Alumna – 80%	Maestro 20%
Video 17	John – 100%	
Video 18	Bud – 65%	Otros – 35%
Video 19	Tom — 90%	Hermano – 10%
Video 20	Nolan – 48%	Otros – 52%
Video 21	Crazy – 60%	Otros – 40%
Video 22	Geko – 80%	Otros 20%
Video 23	Embarazada – 81%	Otros – 19%
Video 24	Lector – 85%	Otros 15%

Nota. La tabla muestra la incidencia en el protagonista reconocido, de igual manera aparecen otros personajes que fueron reconocidos.

Para clasificar las emociones se tomó como base la rueda de emociones de la doctora Wilcox (1982), la cual divide las emociones en seis principales y de ellas se desprenden seis secundarias y seis terciarias, en el bloque de las emociones terciarias Wilcox deja espacios en blanco para que el usuario pueda agregar nuevas palabras en concordancia con los niveles anteriores.

Tabla 2*Rueda de emociones de Wilcox traducida*

Nivel 1	Enojo	Miedo	Alegría	Poderoso	Tranquilo	Triste
Nivel 2	Herido	Rechazo	Excitado	Orgullosa	En Paz	Adormecido
	Hostil	Confundido	Sexy	Respetado	Confiado	Aburrido
	Furioso	Indefenso	Energético	Apreciado	Amado	Solitario
	Rabia	Sumiso	Juguetón	Esperanzado	Intimo	Deprimido
	Odio	Insegura	Creativo	Importante	Pensativo	Avergonzado
	Juicioso	Ansioso	Consiente	Leal	Contento	Culpable
Nivel 3	Celoso	Confundido	Atrevido	Animado	Agradecido	Apático
	Egoísta	Desalentado	Fascinado	Satisfecho	Sentimental	Inferior
	Frustrado	Insignificante	Estimulado	Valioso	Sereno	Inadecuado
	Furioso	Débil	Entretenido	Digno	Receptivo	Miserable
	Irritado	Tonto	Extravagante	Inteligente	Relajado	Estúpido
	Incrédulo	Avergonzado	Encantado	Confiado	Pensativo	Tímido

Nota. Esta es una traducción de la rueda de emociones de Wilcox (1982), en donde las emociones se dividen 3 niveles, con 6 emociones principales y 2 secundarias

Tabla 3*Porcentaje de emociones reconocidas*

	Porcentaje de incidencia en el campo semántico de una emoción	Ejemplos de palabras
Video 1	Miedo – 52.77	Pena, Miedo, Asustado
Video 2	Alegría – 87.5	Orgullo, Alegría, Felicidad
Video 3	Enojo – 100	Frustración, Enojo, Frustración
Video 4	Enojo – 72.5	Frustración, Enojo, Molestia
Video 5	Miedo – 78.78	Miedo, Preocupado, Susto
Video 6	Enojo – 53.12	Enojo, Molesto, Frustración
Video 7	Miedo – 82.35	Preocupación, Nervioso, Horror
Video 8	Enojo – 75	Enojo, Frustración, Molestia
Video 9	Alegría – 88.88	Alegre, Orgullo, Extasiado
Video 10	Enojo – 44.82	Enojo, Ira, Frustración
Video 11	Tristeza – 76.31	Tristeza, Cansado, Desanimado
Video 12	Alegría – 97.5	Orgullo, Felicidad, Divertido
Video 13	Tristeza – 71.25	Vergüenza, Arrepentimiento, Pena
Video 14	Tristeza – 90	Decepcionado, Angustia, Pena
Video 15	Tristeza – 80	Desilusionado, Cansado, Tristeza
Video 16	Alegría - 94.59	Orgullo, Divertido, Feliz
Video 17	Miedo – 72.5	Miedo, Asustado, Preocupado
Video 18	Alegría - 96.77	Curiosidad, Divertido, Felicidad
Video 19	Alegría – 97.36	Entusiasmo, Divertido, Feliz
Video 20	Miedo – 45.83	Miedo, Pánico, Susto
Video 21	Miedo – 72.22	Miedo, Preocupado, Vergüenza
Video 22	Alegría – 97.36	Curiosidad, Felicidad, Alegría
Video 23	Enojo – 70.58	Enojo, Frustración, Molestia
Video 24	Alegría - 91.42	Alegría, Curiosidad, Felicidad

Nota. En la tabla se muestran los porcentajes de emociones reconocidas por video, de igual manera aparecen algunos ejemplos de las palabras usadas

3.11.2 Procedimiento

Primero, se solicitó a los sujetos que firmaran la carta de consentimiento informado y respondieran en línea el test Interpersonal Reactivity Index (IRI). Luego, la muestra total fue dividida en cuartiles para seleccionar únicamente a los participantes con alta y baja empatía.

Posteriormente, se les pidió que completaran una encuesta en línea de neurodesarrollo con el fin de descartar antecedentes psiquiátricos.

A continuación, con la ayuda del software PsychoPy (Peirce et al. 2019), los participantes observaron cuatro bloques de videos que presentaban situaciones emocionales complejas (Alegría, Enojo, Tristeza y Miedo). Cada bloque tuvo una duración aproximada de 2 minutos y 30 segundos.

Durante la observación de los videos, se registraron dos índices autonómicos relacionados con el procesamiento emocional mediante el BioGraph Infiniti y el ProComp Infiniti:

- Conductancia de la piel, utilizando dos electrodos colocados en el dedo índice y el dedo anular.
- Actividad cardíaca, registrada con un tercer electrodo ubicado en el dedo índice.
- Al finalizar cada video, los participantes debían identificar verbalmente la emoción expresada por el protagonista, sin un límite de tiempo.

3.11.3 Tarea

Se les pidió a los participantes que se sentaran a una distancia aproximada de 80 cm de la pantalla donde se presentaron los estímulos. Posteriormente, se colocaron los sensores para el registro de SC en los dedos anular e índice, así como el sensor para el registro de HRV en el dedo índice.

Posteriormente, se presentaron cuatro bloques de cuatro videos cada uno con contenido socioemocional. Antes de iniciar la tarea, se proporcionaron las siguientes indicaciones a los participantes:

- Mantener inmóvil la mano en la que se colocaron los sensores durante el registro fisiológico.
- Al finalizar cada video, identificar al protagonista del clip y mencionar la emoción que consideraban que estaba experimentando.
- Permanecer en estado de reposo durante el periodo de descanso entre bloques.

Después de cada video, se presentaba una pantalla negra mientras el participante respondía verbalmente a las preguntas realizadas por el investigador. Al finalizar cada bloque, se permitía un periodo de descanso de dos minutos.

Figura 12

Experimento de reconocimiento emocional



Nota. La figura muestra la estructura del bloque de tristeza, compuesto por cuatro vídeos de aproximadamente 30 segundos cada uno, seguidos de una pantalla sin estímulos para registrar las respuestas del participante, finalizando con un período de recuperación de 2 minutos sin estímulos entre cada bloque.

3.11.4 Registro y análisis de las señales fisiológicas

Los datos se capturaron con el software BioGraph Infiniti con su respectivo Procomp Infiniti, luego se digitalizó la señal y se obtuvieron los estadísticos del BioGraph Infiniti para después ser analizados con el software R studio y SPSS

3.12 Consideraciones éticas

El reglamento de la ley general de salud requiere el consentimiento informado antes de que participe en este estudio de investigación catalogado como de “Riesgo mínimo” de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de

investigación para la salud, Art. 17, categoría II. Todos los resultados de los participantes son confidenciales y se publicarán en forma de promedios, sin identificar a los participantes, la participación fue voluntaria.

3.13 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS (versión 25) y R (versión 4.3.1). Las variables fisiológicas se utilizaron como porcentajes de activación para cada condición experimental (LB, AL, TR, MI, EN). Para evaluar el efecto del Grupo (1 vs. 2) y la condición, se aplicó un ANOVA de medidas repetidas. En caso de interacción significativa, se realizaron comparaciones post hoc con corrección de Bonferroni, se reportó el tamaño del efecto mediante eta cuadrado parcial (η^2p). Se calcularon correlaciones de Pearson entre las variables fisiológicas y las escalas y subescalas del IRI.

Tabla 4

Operacionalización de las Variables

Variable	Definición/Descripción	Operacionalización
Empatía (Variable independiente)	La habilidad para comprender y responder cómo se sienten las otras personas y poder relacionarse con los estados de ánimo y pensamientos de otros	Puntuaciones del IRI
Fantasía	La capacidad de imaginar la experiencia emocional de personajes ficticios en libros o películas.	Puntuación en la subescala Fantasía

Preocupación Empática	Está asociada con mayor simpatía y calidez ante las respuestas emocionales de los demás.	Puntuación en la subescala Preocupación Empática
Angustia Personal	Se relaciona con altos niveles de ansiedad y malestar ante las emociones de otras personas.	Puntuación en la subescala Angustia Personal
Toma de Perspectiva	Se asocia con mostrar un mejor funcionamiento social, ya que la capacidad para adoptar la perspectiva de otros permite predecir el comportamiento.	Puntuación en la subescala Toma de Perspectiva
Empatía Cognitiva	Se centra en la capacidad de comprender las perspectivas y sentimientos de otros.	Puntaje obtenido por la sumatoria de Las subescalas Fantasía (FS) y Toma de Perspectiva (PT) del IRI
Empatía Afectiva	Se refiere a las reacciones viscerales y emocionales ante las experiencias de otras personas	Las subescalas Preocupación Empática (EC) y Angustia Personal (PD) del IRI
Reconocimiento Emocional (Variable dependiente)	El modelo básico de la emoción distingue un conjunto de emociones universales y fundamentales, como la alegría, el enojo y la tristeza.	Porcentaje de aciertos en la tarea de reconocimiento

Variabilidad de la Frecuencia cardiaca (Variable dependiente)	La VFC refleja los cambios en el sistema cardiovascular, compuesto por el corazón, sangre y vasos sanguíneos	Porcentaje de activación de LF y HF, relación LF/HF Ratio e IBI rate
Conductancia de la Piel (Variable dependiente)	Uno de los marcadores biológicos utilizados para medir variaciones autonómicas es la conductancia de la piel, que sigue la ley de Ohm y se mide en microsiemens(μ S).	Promedio de la amplitud alcanzada durante la ventana de análisis

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la muestra

El experimento de reconocimiento emocional se aplicó a 60 sujetos (40 mujeres), divididos en dos grupos: 30 con baja empatía y 30 con alta empatía. Previo al análisis principal, primero se evaluaron diferencias entre grupos, para ello se realizó una prueba t de Student, obteniendo una $t = -11.268$, $p = .02$ (Ver Tabla 5), en los puntajes generales del IRI entre ambos grupos, lo cual indica que los grupos son diferentes. Adicionalmente, se aplicó una segunda prueba para examinar la posible influencia de la edad. Los valores obtenidos $t = 1.529$, $p = .318$ indican que la edad no es un factor determinante en los puntajes de empatía.

Tabla 5

Tabla t de IRI

Grupo	M	t (53.5)	p
Alta Empatía	105.73 (10.35)	-11.268	.02
Baja Empatía	79.16 (7.71)		

Nota. Las desviaciones estándar se muestran entre paréntesis

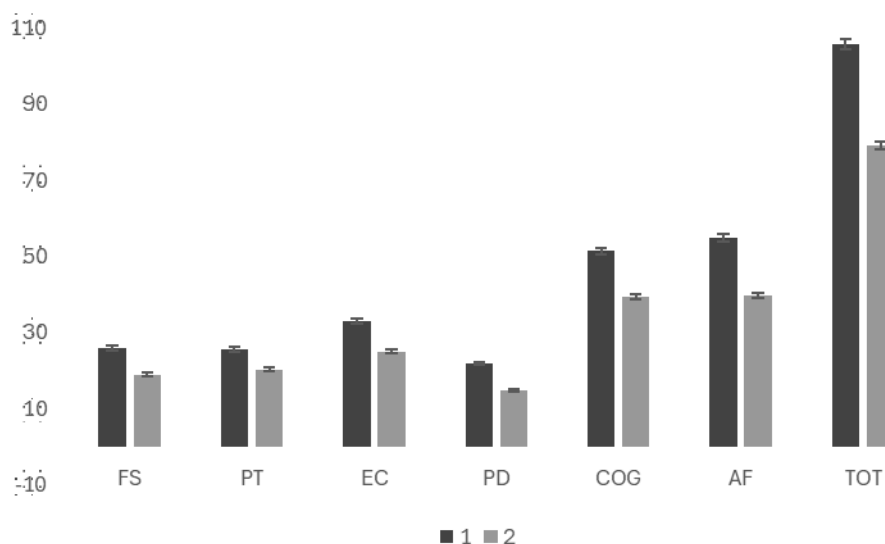
4.2 Resultados IRI

Se evaluó la distribución normal de la escala IRI y sus subescalas mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov. En donde se obtuvo una distribución normal de las subescalas PD, PT y de los factores cognitivo y afectivo con una $p = .200$, además de ello, las subescalas EC con una $p=.03$, FS con una $p<.01$ y el puntaje total del IRI con una $p=.02$ no obtuvieron una distribución normal. La Figura 13 ilustra las puntuaciones comparativas entre los grupos de alta y baja empatía en las diferentes subescalas del IRI.

De igual manera, se realizó el análisis de confiabilidad mediante el coeficiente ω de McDonald, obteniendo de forma general un $\omega=.90$.

Figura 13

Puntajes IRI por grupos



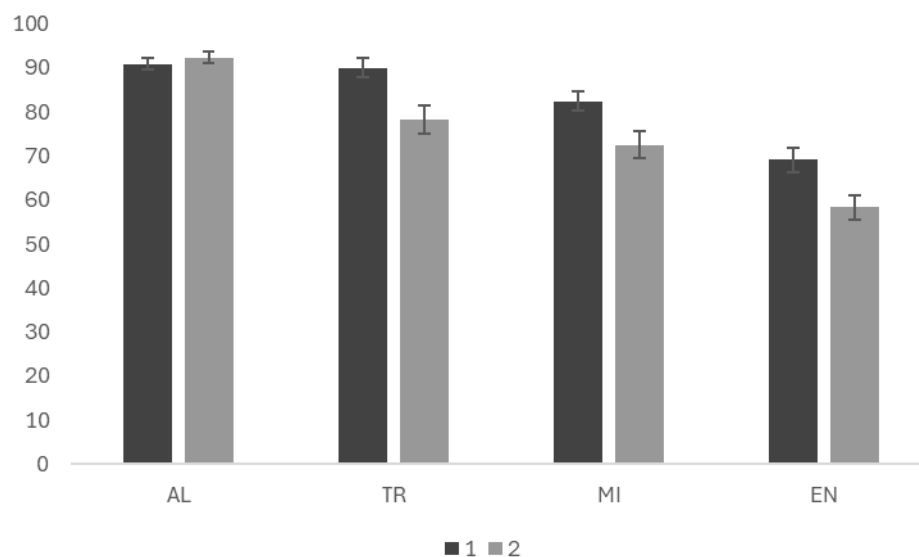
Nota. La imagen representa los promedios obtenidos en la escala y subescalas del IRI. 1= Alta empatía. 2= Baja empatía FS = Subescala Fantasía, PT= Subescala Toma de Perspectiva, EC= Subescala Preocupación Empática, PD= Subescala Angustia Personal, COG= Componente cognitivo, AF= Componente afectivo, TOT= Total IRI.

4.3 Respuesta conductual

Se realizó un análisis de varianza mixto con un factor intra-sujetos (emoción) y un factor inter-sujetos (grupo) sobre la variable promedio. En cuanto al efecto intra-sujetos, se encontró un efecto significativo de la emoción, $F(1, 58) = 94.72$, $p < .001$, $\eta^2p = .620$, indicando un cambio sistemático en la variable dependiente a través de los niveles de emoción. Respecto a la interacción entre emoción y grupo, la tendencia lineal no alcanzó significación estadística, $F(1, 58) = 3.57$, $p = .064$, $\eta^2p = .058$, lo que sugiere que el patrón de cambio emocional es similar entre los grupos. En cuanto al efecto inter-sujetos, se observó un efecto principal significativo del grupo, $F(1, 58) = 5.93$, $p = .018$, $\eta^2p = .093$, indicando diferencias globales entre los grupos en la variable dependiente.

Figura 14

Desempeño comparativo de la precisión en el reconocimiento emocional



Nota. 1=Alta Empatía, 2= Baja Empatía.

Tabla 6*Tabla de promedios precisión en el reconocimiento emocional*

Grupo	AL	TR	MI	EN
Alta Empatía	90.95 (10.26)	90 (16.86)	82.5 (17.55)	69.17 (21.45)
Baja Empatía	90.38 (9.73)	78.33 (24.33)	72.5 (23.98)	58.33 (21.1)

Nota. Las desviaciones estándar se muestran entre paréntesis

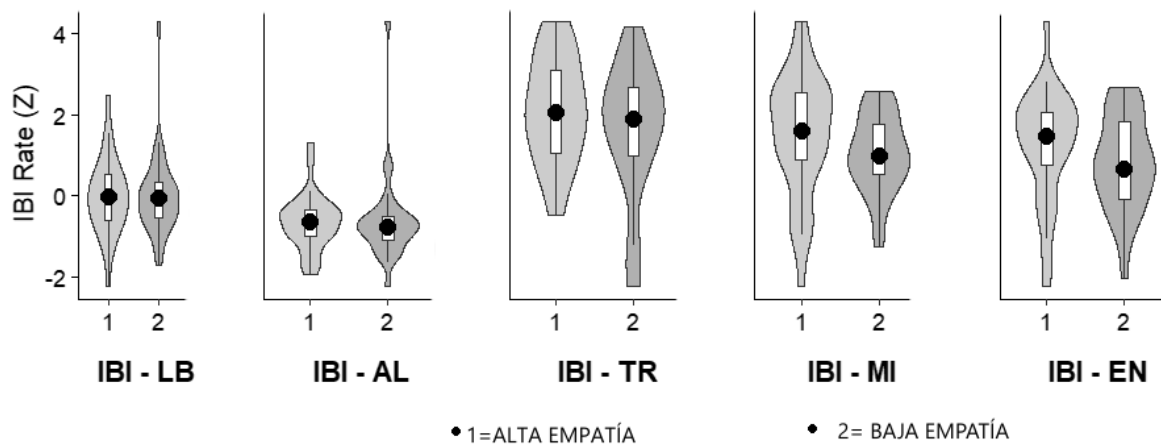
4.4 Respuesta cardiaca

4.4.1 Intervalo entre latidos

Para explorar las posibles diferencias de la actividad cardiaca entre grupos se analizó el IBI, mediante la prueba estadística ANOVA de medidas repetidas, los porcentajes de activación obtenidos por grupos se muestran en la Figura 16, donde no se encontraron diferencias entre grupos $F(4, 232) = .786, p = .535, \eta^2p = .01$ (Ver Tabla 6).

Figura 15

Activación del IBI entre grupos



Nota. La figura muestra la densidad de los datos obtenidos en puntuaciones Z

Tabla 7*Tabla ANOVA de medidas repetidas IBI Ratio por grupo*

Grupos	LB	AL	TR	MI	EN	F (4, 232)	η^2	p
	M	M	M	M	M			
Alta Empatía	79.45 (13.68)	86.57 (13.8)	86.58 (11.25)	86.52 (14.79)	86.93 (12.22)	.786	.01	.49
Baja Empatía	79.74 (15.36)	87.23 (22)	82.58 (14.15)	81.8 (9.6)	83.24 (10.24)			

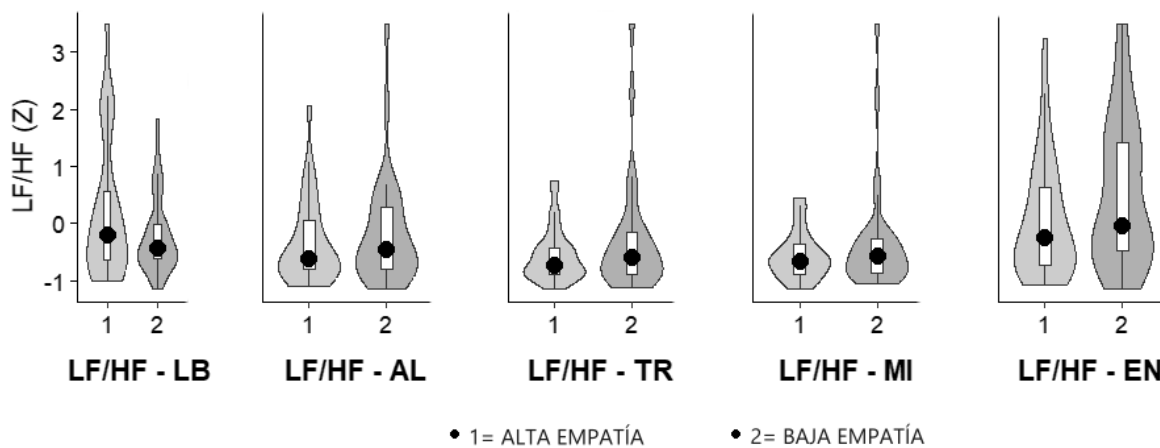
Nota. La presente tabla muestra los resultados del ANOVA de medidas repetidas con el ajuste Greenhouse-Geisser, 1=Alta Empatía, 2= Baja Empatía.

4.4.2 LF/HF ratio

Para examinar diferencias en el equilibrio simpato-vagal se exploró la relación LF/HF, la Figura 17 muestra los porcentajes de activación obtenidos, el ANOVA indica que existe una diferencia en la relación LF/HF global por grupo $F(4, 232) = 2.402$, $p = .05$, $\eta^2p = .04$ (Ver Tabla 7).

Figura 16

Activación de HF/LF ratio entre grupos



Nota. La figura muestra la densidad de los datos obtenidos en puntuaciones Z

El análisis Post Hoc con ajuste Bonferroni mostró que las diferencias entre grupos se concentraron en los sujetos con baja empatía, identificando dos contrastes principales: entre la línea base y los bloques de miedo ($p = .01$) y enojo ($p < .01$).

Tabla 8

Tabla ANOVA de medidas repetidas LF/HF Ratio por grupo

Grupos	LB	AL	TR	MI	EN	F (4, 232)	η^2	p
	M	M	M	M	M			
Alta Empatía	1.46 (1.22)	1.64 (1.16)	1.58 (.95)	1.81 (1.04)	1.72 (1.09)	2.402*	.040	.05
Baja Empatía	1.03 (.69)	1.91 (1.54)	2.12 (2.03)	2.43 (2.45)	2.22 (1.32)			

Nota. La presente tabla muestra los resultados del ANOVA de medidas repetidas con el ajuste Greenhouse-Geisser, * p

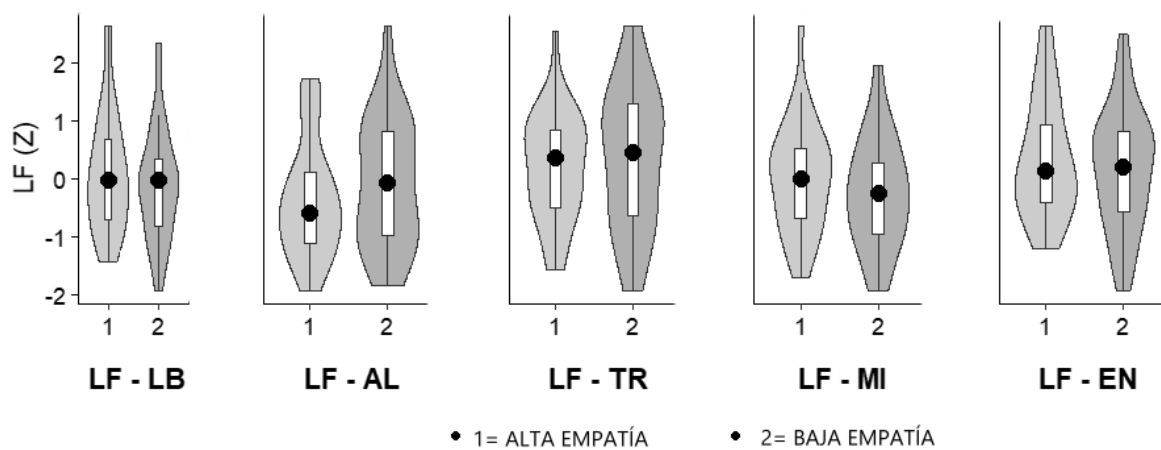
$= .05$

4.4.3 Frecuencias bajas

Para examinar la VFC entre grupos se analizaron los datos de LF (Ver Figura 18), en donde no se encontraron diferencias en la activación entre los sujetos con alta y baja empatía obteniendo una $F(4, 232) = .892$, $p = .47$, $\eta^2p = .01$ (Ver Tabla 8).

Figura 17

Activación del LF entre grupos



Nota. La figura muestra la densidad de los datos obtenidos de las puntuaciones

Z

Tabla 9*Tabla ANOVA de medidas repetidas LF*

Grupos	LB	AL	TR	MI	EN	F (4, 232)	η^2	p
	M	M	M	M	M			
Alta Empatía	37.5 (16.58)	37.83 (14.2)	40.97 (14.07)	37.1 (13.69)	43.45 (15.37)	.892	.01	.46
Baja Empatía	34.57 (16.29)	41.75 (16.15)	43.07 (18.37)	33.33 (13.65)	40.89 (15.53)			

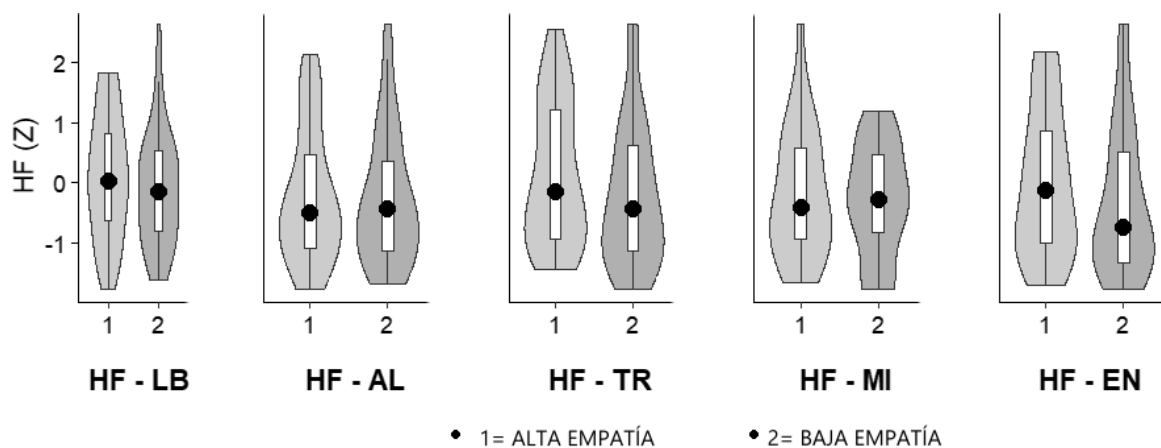
Nota. La presente tabla muestra los resultados del ANOVA de medidas repetidas con el ajuste Greenhouse-Geisser,

4.4.4 Frecuencias altas

Otro de los índices utilizados para explorar la VFC por grupos fue la activación de las HF (Ver Figura 19) en donde se obtuvo una $F(4, 232) = .238$, $p = .91$, $\eta^2p = .004$ (Ver Tabla 9), esto indica que no existen diferencias en la activación de las HF por grupo.

Figura 18

Activación de HF entre grupos



Nota. La figura muestra la densidad de los datos obtenidos en puntuaciones Z

Tabla 10*Tabla ANOVA de medidas repetidas HF*

Grupos	LB	AL	TR	MI	EN	F (4, 232)	η^2	p
	M	M	M	M	M			
Alta Empatía	42.79 (19.75)	25.92 (15.79)	31.44 (17.07)	33.04 (20.25)	28.58 (16.97)	.238	.004	.90
Baja Empatía	39.18 (18.7)	25.06 (15.81)	26.13 (16.82)	31 (17.26)	24.62 (17.06)			

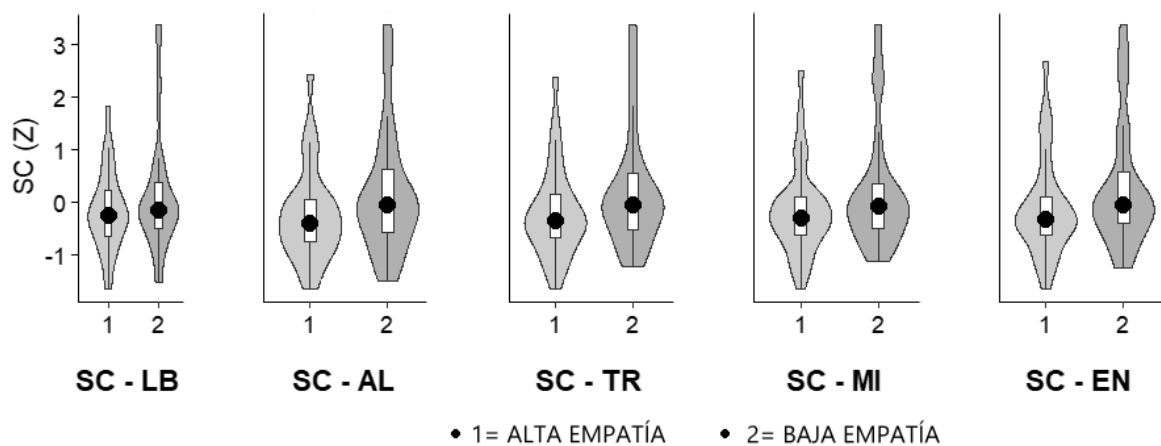
Nota. La presente tabla muestra los resultados del ANOVA de medidas repetidas con el ajuste Greenhouse-Geisser.

4.5 Respuesta de la conductancia en la piel

Para explorar la influencia de la RS en el reconocimiento emocional se analizaron los datos de SC (Ver Figura 20) en donde se obtuvo una $F(4, 232) = .819$, $p = .51$, $\eta^2p = .014$ (Ver Tabla 10), lo cual indica que no existe diferencia en la activación del SC entre las personas de alta y baja empatía, sin embargo, existen diferencias en la activación por emociones $F(4, 232) = 91.32$, $p < .01$, $\eta^2p = .612$.

Figura 19

Activación de SC entre grupos



Nota. La figura muestra la densidad de los datos obtenidos en puntuaciones Z

El análisis Post Hoc con ajuste Bonferroni mostró que existen diferencias en la activación de todos los bloques ($p < .01$), lo cual indica que el incremento en todos los bloques es significativo, además, muestra una mayor activación simpática.

Tabla 11

Tabla ANOVA de medidas repetidas SC por grupo

Grupos	LB	AL	TR	MI	EN	F (4, 232)	η^2	p
	M	M	M	M	M			
Alta Empatía	1.13 (.54)	1.55 (.73)	1.74 (.85)	2.01 (.97)	2.18 (1.1)	.819	.014	.54
Baja Empatía	1.28 (.64)	1.67 (.73)	1.84 (.9)	2 (.99)	2.18 (1)			

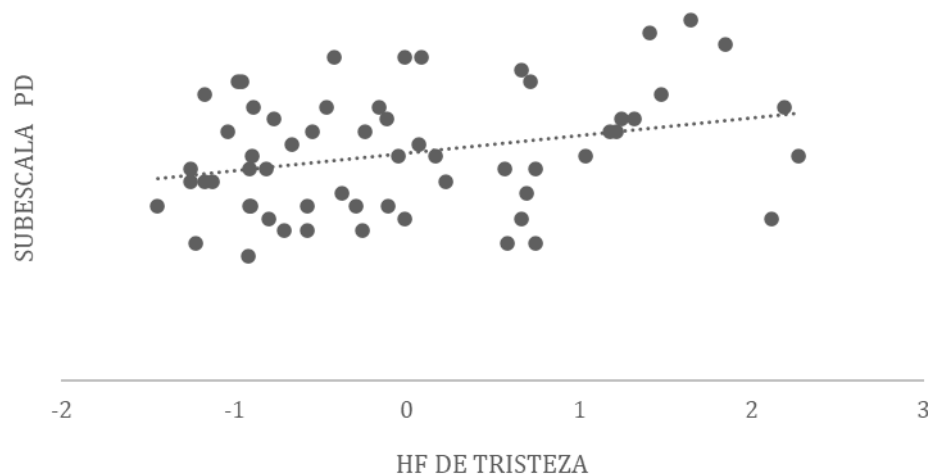
Nota. La presente tabla muestra los resultados del ANOVA de medidas repetidas con el ajuste Greenhouse-Geisser.

4.6 Correlaciones

Por último, se realizó un análisis correlacional de Pearson con los datos totales de la muestra tomando; las medidas fisiológicas, los porcentajes de reconocimiento emocional, y las puntuaciones del IRI, donde solo una de las medidas psicofisiológicas obtuvo una p significativa, siendo las HF del bloque de tristeza con la subescala PD con una $p=.02$, lo cual indica a mayor puntuación PD mayor activación es la actividad de la RP (Ver Figura 20), además de ello, la mayoría de los porcentajes de reconocimiento emocional se correlacionó con los puntajes del IRI a excepción del reconocimiento de la alegría.

Figura 20

Correlación HF Tristeza y PD



Nota. La presente grafica muestra la correlación entre la subescala de angustia personal y la activación de HF, $p=.02$

Tabla 12*Tabla de correlaciones*

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. HF Tristeza	--	.294*	.078	.087	-.061	.109	.110	.114	-.083	-.074	.098
2. PD	.294*	--	.516	.430	.629	.626	.881	.826	.171	.205	.115
3. FS	.078	.516	--	.149	.532	.777	.581	.713	.285*	.365**	.365**
4. PT	.087	.430	.149	--	.517	.739	.529	.664	.270*	.100	-.040
5. EC	-.061	.629	.532	.517	--	.692	.922	.879	.287*	.259*	.251
6. COG	.109	.626	.777	.739	.692	--	.733	.909	.366**	.313*	.223
7. AF	.110	.881	.581	.529	.922	.733	--	.946	.260*	.260	.210
8. IRI	.114	.826	.713	.664	.879	.909	.946	--	.328*	.302*	.212
9. REC TR	-.083	.171	.285*	.270*	.287*	.366**	.260*	.328*	--	.476	.291
10. REC MI	-.074	.205	.365**	.100	.259*	.313*	.260*	.302*	.476	--	.197
11. REC EN	.098	.115	.365**	-.040	.251	.223	.210	.212	.291	.197	--

Nota. No se señalan las correlaciones que pertenecen a la misma dimensión (p. ej. Puntajes del IRI con Puntajes del IRI).

*p<.05, **p<.0.

V. DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio fue identificar las diferencias en el reconocimiento de las emociones y en las respuestas psicofisiológicas entre sujetos con alta y baja empatía, los resultados indican que no se encontraron diferencias significativas en el reconocimiento emocional entre ambos grupos, sin embargo, se observaron diferencias en la interacción LF/HF ratio.

Se estableció como primer objetivo específico comparar la precisión del reconocimiento de emociones de emociones sociales complejas entre los grupos de alta y baja empatía. Los resultados muestran que los sujetos con alta empatía presentan una precisión del reconocimiento similar a la del grupo de baja empatía. Estos resultados no respaldan nuestra hipótesis inicial, la cual proponía que los sujetos con alta empatía reconocen mejor las emociones que los sujetos con baja empatía.

Nuestros resultados difieren de los presentados en el estudio de Besel et al. (2010), en el cual también se evaluó el reconocimiento emocional utilizando las imágenes de Ekman's Pictures of Facial Affect en relación con los niveles de empatía. En dicho estudio, las personas con puntuaciones altas en empatía reconocían mejor las emociones en general. Específicamente, se encontró que el miedo fue la única emoción que mostró diferencias estadísticamente significativas entre personas con alta y baja empatía. Sin embargo, en el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Las discrepancias entre ambos estudios pueden explicarse por la naturaleza dinámica de los estímulos utilizados en nuestro estudio en comparación con las imágenes estáticas empleadas por Besel et al. (2010).

Además, el presente estudio replica los hallazgos de Martínez-Velázquez et al. (2020), donde no se encontraron diferencias significativas en el reconocimiento emocional entre los grupos de alta y baja empatía. En dicha investigación, aunque el grupo de alta empatía mostró puntuaciones más altas en la mayoría de los casos, estas diferencias no alcanzaron a ser significativas.

De igual manera, se replicaron los resultados del estudio de Martin et al. (2019), en el cual, por medio de un avatar sin expresiones faciales, se pidió reconocer una serie de emociones. Los resultados mostraron que la empatía autorreportada no fue un predictor significativo del reconocimiento de las emociones.

Otro de los objetivos específicos de este estudio es identificar si existen diferencias en la actividad de la frecuencia cardíaca durante el reconocimiento de emociones entre los grupos de alta y baja empatía. Los resultados indican la presencia de diferencias entre los grupos, aunque no en todos los índices evaluados. Específicamente, el índice LF/HF ratio fue el único en el que se observó diferencias significativas, de acuerdo con Amekran et al. (2024), un incremento en el LF/HF ratio se asocia con una mayor activación del sistema nervioso simpático, lo que sugiere una respuesta fisiológica vinculada al sistema de lucha o huida. En este sentido, los resultados indican que los sujetos con baja empatía presentan una mayor activación del Sistema Nervioso Simpático durante el reconocimiento de las emociones de miedo y enojo. En contraste, los sujetos con alta empatía mantuvieron un mayor equilibrio simpato-vagal durante la tarea. El análisis post hoc indicó que estas diferencias se concentran en el grupo de baja empatía, el cual presentó una mayor activación del LF/HF ratio en condiciones de miedo y enojo en comparación con su línea base.

Desde la teoría neurovisceral propuesta por Thayer et al. (2000), un tono vagal robusto, reflejado en una mayor actividad parasimpática, se asocia con una comunicación más eficiente entre la Red Autonómica Central y el SNA. En consecuencia, un LF/HF elevado indicaría un tono vagal reducido y, por ende, una integración menos eficiente de la red autonómica central con el sistema nervioso autónomo. Por el contrario, el grupo de alta empatía, al mantener un equilibrio simpato-vagal, evidenciaría una comunicación más robusta entre la Red Autonómica Central y el SNA, así como una mejor capacidad de autorregulación emocional durante la tarea de reconocimiento emocional.

Pese a los resultados encontrados en LF/HF ratio autores como Billman (2013) sostienen que este índice no es un indicador del equilibrio simpato-vagal ya que entre otras cosas la VFC no es lineal y recíproca entre el Sistema Nervioso Simpático y el Sistema Nervioso Parasimpático, es decir, puede existir un aumento del Sistema Nervioso Simpático en simultáneo con el Sistema Nervioso Parasimpático, además, este marcador es sensible a factores como la respiración, sin embargo, estudios más recientes como Amekran et al. (2024) apoyan el uso de LF/HF como indicador del equilibrio simpato-vagal.

Por último, se planteó identificar si existían diferencias en el SCL durante el reconocimiento de emociones entre los grupos de alta y baja empatía. Los resultados indican que no existen diferencias significativas en la activación del SCL entre los grupos, lo que no apoya la hipótesis planteada de que los sujetos con alta empatía presentan una mayor activación en la conductancia de la piel durante el reconocimiento emocional.

Además de los objetivos planteados inicialmente, el análisis de los datos permitió identificar hallazgos adicionales, entre ellos encontramos una mayor activación del SCL en todos los bloques sin importar el grupo, esto concuerda parcialmente con el estudio de Banks et al. (2012) en donde se encontraron reacciones más fuertes en la mano izquierda en condiciones de tristeza y felicidad, sin embargo, esta discrepancia puede deberse a las limitaciones de nuestro estudio, ya que no en todos los casos se pudo controlar el clima de la habitación en donde se realizó el experimento.

Por último, el análisis correlacional arrojó que los puntajes altos en PD se correlacionan con un incremento en el porcentaje de HF, de acuerdo con Billman (2013) las HF están relacionadas con la actividad del Sistema Nervioso Parasimpático, lo que sugiere que mayores niveles de PD se vinculan con una mejor regulación simpátovagal y, en consecuencia, con una mayor capacidad de autorregulación emocional.

Asimismo, Davis (1980) señala que los puntajes elevados en la subescala de FS se asocian con la capacidad de involucrarse emocionalmente con las experiencias de personajes ficticios. Este planteamiento es consistente con los resultados del análisis correlacional del presente estudio, en el cual la subescala de FS se comportó como un buen predictor del reconocimiento de las emociones de enojo, tristeza y miedo.

De igual forma, los puntajes elevados en la subescala EC, la cual de acuerdo con Davis (1980) se asocia con mayores niveles de simpatía y calidez hacia las emociones de los demás, se correlacionaron de manera positiva con el reconocimiento emocional de la tristeza.

VI. CONCLUSIÓN, LIMITACIONES Y PROYECCIONES A FUTURO

6.1 Conclusiones

En conclusión, los resultados del presente estudio indican que los sujetos con baja empatía, de acuerdo con los puntajes obtenidos en el IRI, presentan un desempeño similar en el reconocimiento emocional en comparación con los sujetos con alta empatía. Este hallazgo sugiere que el contexto de estímulos dinámicos y socialmente relevantes utilizados en esta investigación, la capacidad para identificar emociones no se ve significativamente influenciada por el nivel de empatía autorreportada.

Sin embargo, los sujetos con baja empatía mostraron un incremento en el índice LF/HF ratio durante el reconocimiento del miedo y enojo en comparación con su línea base, lo que sugiere un tono vagal menos robusto y una menor integración de la red autonómica central con el sistema nervioso autónomo, en contraste con los sujetos con alta empatía.

En conjunto, estos hallazgos sugieren que, aunque los niveles de empatía no se tradujeron en diferencias evidentes en la precisión del reconocimiento emocional en esta muestra, sí se manifestaron en diferencias en la reactividad autonómica. Esto implica que la empatía autorreportada podría estar más estrechamente vinculada con la regulación fisiológica de las respuestas emocionales que con la capacidad explícita de etiquetar emociones en otros.

6.2 Limitaciones y proyecciones a futuro

Una de las principales limitaciones del presente estudio fue la falta de control de la temperatura de la habitación durante los registros, factor que puede influir particularmente en las mediciones de la conductancia de la piel. Asimismo, si bien el tamaño de la muestra fue considerable, este no resulta lo suficientemente robusto como para generalizar plenamente los hallazgos a otras poblaciones.

A partir de estos hallazgos, futuras investigaciones podrían considerar la implementación de programas de entrenamiento orientados a disminuir el LF/HF ratio, con el objetivo de fortalecer el tono vagal y mejorar el reconocimiento emocional. Adicionalmente, sería relevante incorporar el análisis de la frecuencia respiratoria, lo que permitiría una evaluación más completa de los procesos psicofisiológicos implicados en el reconocimiento emocional.

Referencias

Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A. W., Calder, A. J., Phelps, E. A., .. &

Damasio, A. R. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37(10), 1111–1117.

[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00039-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00039-1)

Ahuatzin González, A., Martínez-Velázquez, E. S., García Aguilar, G., & Vazquez-

Moreno, A. (2019). Propiedades psicométricas del Interpersonal Reactivity Index (IRI) en mexicanos universitarios. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 12 (1), 111-122.

Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of

regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10(3), 229–

240. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>

Bak, H. (2016). A different look at emotion processing models. In *Emotional prosody*

processing for non-native English speakers: Towards an integrative emotion paradigm (pp. 67–77). Academic Press.

Banks, S. J., Bellerose, J., Douglas, D., & Jones-Gotman, M. (2012). Bilateral skin

conductance responses to emotional faces. *Applied Psychophysiology and*

Biofeedback, 37(3), 145–152. <https://doi.org/10.1007/s10484-011-9177-7>

Bard, P. (1934). On emotional expression after decortication with some remarks on

certain theoretical views: Part I. *Psychological Review*, 41(4), 309–329.

<https://doi.org/10.1037/h0070765>

- Barooah, R. (2019). Physiology of emotion. En S. Paul, *Application of Biomedical Engineering in Neuroscience* (pp. 415 - 436). Springer Nature Singapore.
<https://doi.org/10.1007/978-981-13-7142-4>
- Bellace, M., Williams, J. M., Mohamed, F. B., & Faro, S. H. (2012). An fMRI study of the activation of the hippocampus by emotional memory. *International Journal of Neuroscience*, 122(12), 705–712.
<https://doi.org/10.3109/00207454.2012.742894>
- Benarroch, E. E. (1993). The central autonomic network: functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 68(10), 988–1001.
[https://doi.org/10.1016/s0025-6196\(12\)62272-1](https://doi.org/10.1016/s0025-6196(12)62272-1)
- Berntson, G. G., Quigley, K. S., & Lozano, D. L. (2007). Cardiovascular Psychophysiology. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson, *Handbook of Psychophysiology* (3rd ed., pp. 182–210).
- Besel, LDS y Yuille, JC (2010). Diferencias individuales en la empatía: El papel del reconocimiento de expresiones faciales. *Personalidad y Diferencias Individuales*, 49(2), 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.013>
- Blons, E., Arsac, L. M., Grivel, E., Lespinet-Najib, V., & Deschodt-Arsac, V. (2021). Physiological Resonance in Empathic Stress: Insights from Nonlinear Dynamics of Heart Rate Variability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 2081. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042081>
- Cannon, W. B. (1927). The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *The American Journal of Psychology*, 39, 106–124.
<https://doi.org/10.2307/1415404>

- Chauhan, B., Mathias, C. J., & Critchley, H. D. (2008). Autonomic contributions to empathy: Evidence from patients with primary autonomic failure. *Autonomic Neuroscience*, 140(1–2), 96–100. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2008.03.005>
- Cui, C.-Y., & Schlessinger, D. (2015). Eccrine sweat gland development and sweat secretion. *Experimental Dermatology*, 24(9), 644–650.
- Damasio, A. R. (2001). Emotion and the human brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 935(1), 101–104. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb03475.x>
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113–126. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113>
- Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2016). The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (4th ed., pp. 159–181). Cambridge University Press.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71–100. <https://doi.org/10.1177/1534582304267187>
- Decety, J., & Yoder, K. J. (2015). Empathy and motivation for justice: Cognitive empathy and concern, but not emotional empathy, predict sensitivity to injustice for others. *Social Neuroscience*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/17470919.2015.1029593>

- De Sousa, A., McDonald, S., Rushby, J., Li, S., Dimoska, A., & James, C. (2010). Why don't you feel how I feel? Insight into the absence of empathy after severe traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 48(12), 3585–3595.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.08.008>
- De Winter, J. C. F., Gosling, S. D., & Potter, J. (2016). Comparing the Pearson and Spearman correlation coefficients across distributions and sample sizes: A tutorial using simulations and empirical data. *Psychological Methods*, 21(3), 273–290.
- Dixon, M. L., Thiruchselvam, R., Todd, R., & Christoff, K. (2017). Emotion and the prefrontal cortex: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 143(10), 1033–1081. <https://doi.org/10.1037/bul0000096>
- Fossati, P. (2012). Neural correlates of emotion processing: From emotional to social brain. *European Neuropsychopharmacology*, 22(3), 487–491.
<https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2012.07.008>
- Frith, C. D., & Frith, U. (2007). Social cognition in humans. *Current Biology*, 17(16), R724–R732. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.05.068>
- Frith, C. D. (2008). Social cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1499), 2033–2039.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0005>
- Fukuta, H., & Little, W. C. (2008). The cardiac cycle and the physiologic basis of left ventricular contraction, ejection, relaxation, and filling. *Heart Failure Clinics*, 4(1), 1–11. doi: 10.1016/j.hfc.2007.10.004

- Giap, B. T., Jong, C. N., Ricker, J. H., Cullen, N. K., & Zafonte, R. D. (2000). The hippocampus: Anatomy, pathophysiology, and regenerative capacity. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 15(3), 875–894.
- Gibbons, C. H. (2019). Basics of autonomic nervous system function (Chapter 27). In M. P. C. F. M. S. C. C. M. L. L. E. J. C. K. G. P. M. F. C. (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology: The Neurological Basis of Brain-Body Interaction* (Vol. 165, pp. 385–400). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64032-1.00027-8>
- Gilaie-Dotan, S., Kanai, R., Bahrami, B., Rees, G., & Saygin, A. P. (2013). Neuroanatomical correlates of biological motion detection. *Neuropsychologia*, 51(3), 457–463. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.11.027>
- Hagemann, D., Waldstein, S. R., & Thayer, J. F. (2003). Central and autonomic nervous system integration in emotion. *Brain and Cognition*, 52(1), 79–87. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00011-3](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00011-3)
- Hariri, A. R., Tessitore, A., Mattay, V. S., Fera, F., & Weinberger, D. R. (2002). The amygdala response to emotional stimuli: A comparison of faces and scenes. *NeuroImage*, 17(1), 317–323. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1179>
- Haye, A., & Carballo, M. (2017). La teoría de las emociones de James y el giro afectivo en psicología. *Estudios de Psicología*, 38(1), 115–139. <https://doi.org/10.1080/02109395.2016.1268390>
- Herold, D., Spengler, S., Sajonz, B., Usnich, T., & BERPohl, F. (2016). Common and distinct networks for self-referential and social stimulus processing in the

- human brain. *Brain Structure and Function*, 221(7), 3475–3485.
<https://doi.org/10.1007/s00429-015-1113-9>
- Holroyd, C., & Yeung, N. (2012). Motivation of extended behaviors by anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 122–128.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.008>
- Immordino-Yang, M. H., & Singh, V. (2013). Hippocampal contributions to the processing of social emotions. *Human Brain Mapping*, 34(4), 945–955.
<https://doi.org/10.1002/hbm.21485>
- Jennings, J. R., Allen, B., Gianaros, P. J., Thayer, J. F., & Manuck, S. B. (2015). Focusing neurovisceral integration: Cognition, heart rate variability, and cerebral blood flow. *Psychophysiology*, 52(1), 22–30. Publicado originalmente el 27 de agosto de 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/psyp.12319>
- Johnson, J. O. (2019). Autonomic Nervous System. In L. W. Henthorn & S. T. Kelley (Eds.), *Pharmacology and Physiology for Anesthesia: Foundations and Clinical Application* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Khalfa, S., Peretz, I., Blondin, J.-P., & Robert, M. (2002). Event-related skin conductance responses to musical emotions in humans. *Neuroscience Letters*, 328(2), 145–149. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(02\)00462-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(02)00462-7)
- Khanjani, Z., Mosanezhad Jeddi, E., Hekmati, I., Khalilzade, S., Etemadi Nia, M., Andalib, M., & Ashrafian, P. (2015). Comparison of cognitive empathy, emotional empathy, and social functioning in different age groups. *Australian Psychologist*, 50(1), 80–85. <https://doi.org/10.1111/ap.12099>

Krämer, U. M., Mohammadi, B., Doñamayor, N., Samii, A., & Münte, T. F. (2010).

Emotional and cognitive aspects of empathy and their relation to social cognition—an fMRI-study. *Brain Research*, 1311, 110-120.

<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.11.043>

Lamotte, G., Shouman, K., & Benarroch, E. E. (2021). Stress and central autonomic network. *Autonomic Neuroscience*, 235, 102870.

<https://doi.org/10.1016/j.autneu.2021.102870>

Lange, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1998). Emotion, motivation, and anxiety: Brain mechanisms and psychophysiology. *Biological Psychiatry*, 44(12), 1248–1263. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(98\)00275-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(98)00275-3)

Lane, R. D., McRae, K., Reiman, E. M., Chen, K., Ahern, G. L., & Thayer, J. F. (2009). Neural correlates of heart rate variability during emotion. *NeuroImage*, 44(1), 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.07.056>

Lawrence, E. J., Shaw, P., Giampietro, V. P., Surguladze, S., Brammer, M. J., & David, A. S. (2006). The role of 'shared representations' in social perception and empathy: An fMRI study. *NeuroImage*, 29(4), 1173–1184. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.09.001>

Levenson, R. W. (1999). The intrapersonal functions of emotion. *Cognition and Emotion*, 13(5), 481–504. <https://doi.org/10.1080/026999399379159>

Masten, C. L., Morelli, S. A., & Eisenberger, N. I. (2011). An fMRI investigation of empathy for “social pain” and subsequent prosocial behavior. *NeuroImage*, 55(1), 381–388. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.060>

- Martin, R., McKenzie, K., Metcalfe, D., Pollet, T., & McCarty, K. (2019). A preliminary investigation into the relationship between empathy, autistic like traits and emotion recognition. *Personality and Individual Differences*, 12-16.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.07.039>
- Martínez-Velázquez, E. S., Ahuatzin González, A. L., Chamorro, Y., & Sequeira, H. (2020). *Empathy, gender, and emotional videos*. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 23. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00023>
- McCarty, R. (2016). The fight-or-flight response: A cornerstone of stress research. In G. Fink (Ed.), *Stress: Concepts, cognition, emotion, and behavior: Handbook of stress series, volume 1* (pp. 33–37). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800951-2.00004-2>
- Müller-Pinzler, L., Krach, S., Krämer, U. M., & Paulus, F. M. (2016). The social neuroscience of interpersonal emotions. In M. Wöhr & S. Krach (Eds.), *Social behavior from rodents to humans* (Vol. 30). Springer.
https://doi.org/10.1007/7854_2016_437
- Nava, E., Romano, D., Grassi, M., & Turati, C. (2016). Skin conductance reveals the early development of the unconscious processing of emotions. *Cortex*, 84, 124–131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2016.07.011>
- Nazarewicz, J., Verdejo-Garcia, A., & Giummarra, M. J. (2015). Sympathetic pain? A role of poor parasympathetic nervous system engagement in vicarious pain states. *Psychophysiology*, 52(11), 1529–1537.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12516>

- Nelson, E. E., Leibenluft, E., McClure, E. B., & Pine, D. S. (2005). The social re-orientation of adolescence: A neuroscience perspective on the process and its relation to psychopathology. *Psychological Medicine*, 35(2), 163–174.
<https://doi.org/10.1017/S0033291704003915>
- Nummenmaa, L., Hirvonen, J., Parkkola, R., & Hietanen, J. K. (2008). Is emotional contagion special? An fMRI study on neural systems for affective and cognitive empathy. *NeuroImage*, 43(3), 571–580.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.08.014>
- Obradović, J., & Boyce, W. T. (2012). Developmental psychophysiology of emotion processes. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 77(2), 120–128. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2011.00670.x>
- Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M. R., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., Lindeløv, J. (2019). PsychoPy2: experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*. 10.3758/s13428-018-01193-y
- Plutchik, R. (1980). *Emotions: A psychoevolutionary synthesis*. Harper & Row.
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *The Journal of Neuroscience*, 18(6), 2188–2199. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.18-06-02188.1998>
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32(4), 301–318. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb01213.x>

- Qaiser, J., Leonhardt, N. D., Le, B. M., et al. (2023). Shared hearts and minds: Physiological synchrony during empathy. *Affective Science*, 4, 711–721. <https://doi.org/10.1007/s42761-023-00210-4>
- Quigley, K. S., Gianaros, P. J., Norman, G. J., Jennings, J. R., Berntson, G. G., & de Geus, E. J. C. (2024). Publication guidelines for human heart rate and heart rate variability studies in psychophysiology—Part 1: Physiological underpinnings and foundations of measurement. *Psychophysiology*, 61(9), e14604. DOI: 10.1111/psyp.14604
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32(3), 301–318. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb01213.x>
- Ray, R. D., & Zald, D. H. (2012). Anatomical insights into the interaction of emotion and cognition in the prefrontal cortex. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 479–501. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.08.00>
- Reniers, R. L. E. P., Corcoran, R., Drake, R., Shryane, N. M., & Völlm, B. A. (2011). The QCAE: A questionnaire of cognitive and affective empathy. *Journal of Personality Assessment*, 93(1), 84–95. <https://doi.org/10.1080/00223891.2010.528484>
- Rodríguez-de Ávila, U. E., Fontanelle-Araujo, J., & Leocadio-Miguel, M. A. (2018). Avances en psicobiología: respuesta autonómica de la VFC y la dimensión global de la cognición humana. *Duazary: Revista Internacional de Ciencias de la Salud*, 15(2), 125–128. <https://doi.org/10.21676/2389783X.2124>

- Salzman, C. D., & Fusi, S. (2010). Emotion, cognition, and mental state representation in amygdala and prefrontal cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 33, 173–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135256>
- Shamay-Tsoory, S. G. (2010). The neural bases for empathy. *The Neuroscientist*, 17(1), 18–24. <https://doi.org/10.1177/1073858410379268>
- Schipper, M., & Petermann, F. (2013). Relating empathy and emotion regulation: Do deficits in empathy trigger emotion dysregulation? *Social Neuroscience*, 8(1), 101–107. <https://doi.org/10.1080/17470919.2012.761650>
- Schneider, D., Regenbogen, C., Kellermann, T., Finkelmeyer, A., Kohn, N., Derntl, B., .. & Habel, U. (2012). Empathic behavioral and physiological responses to dynamic stimuli in depression. *Psychiatry Research*, 200(2–3), 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2012.03.054>
- Schnell, K., Bluschke, S., Konradt, B., & Walter, H. (2011). Functional relations of empathy and mentalizing: An fMRI study on the neural basis of cognitive empathy. *NeuroImage*, 57(3), 1204–1212. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.089>
- Sklerov, M., Dayan, E., & Browner, N. (2019). Functional neuroimaging of the central autonomic network: recent developments and clinical implications. *Clinical Autonomic Research*, 29(6), 555–566. <https://doi.org/10.1007/s10286-018-0577-0>
- Stevens, F. L., Hurley, R. A., & Taber, K. H. (2011). Anterior cingulate cortex: Unique role in cognition and emotion. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 23(2), 121–125. <https://doi.org/10.1176/jnp.23.2.jnp121>

- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). Neurovisceral integration in cardiac and emotional regulation: A model of the central nervous system concomitants of heart-rate variability in humans. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201–216.
- Thanapattheerakul, T., Mao, K., Amoranto, J., & Chan, J. H. (2018). Emotion in a century: A review of emotion recognition. *Proceedings of the 2018 3rd International Conference on Information Technology – New Generations (ITNG)*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3291280.3291788>
- Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-subcortical pathways mediating successful emotion regulation. *Neuron*, 59(6), 1037–1050.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>
- Wagner, H. & Silber, K. (2004). Central mechanisms in emotion. En *Instant notes: Physiological psychology* (pp. 190). Garland Science/BIOS Scientific Publishers.
- Willcox, G. (1982). The Feeling Wheel: A tool for expanding awareness of emotions and increasing spontaneity and intimacy. *Transactional Analysis Journal*, 12(4), 274–276. <https://doi.org/10.1177/036215378201200411>