



UNIVERSIDAD DE GRANADA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PSICOLOGÍA (B.13.56.1)

TESIS DOCTORAL

EL CEREBRO EN REPOSO DE HOMBRES CONDENADOS POR VIOLENCIA DE GÉNERO: CONECTIVIDAD CEREBRAL ASOCIADA A LA TOMA DE DECISIONES, MENTALIZACIÓN SOCIAL Y REGULACIÓN EMOCIONAL

Doctoranda
Sofia Amaoui

Esta Tesis Doctoral ha sido dirigida por:
Juan Verdejo Román y Miguel Pérez García

Granada, 2022

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Sofia Amaoui
ISBN: 978-84-1117-663-7
URI: <https://hdl.handle.net/10481/79666>

La presente Tesis Doctoral ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación bajo los proyectos titulados “¿Cómo funciona el cerebro de los maltratadores cuando toman decisiones morales?” (PSI2016-79481-R) y “La regulación emocional en maltratadores de mujeres víctimas de violencia de género: mecanismos cerebrales y su relación con las variables de la violencia” (PID2019-111565 GB).



AGRADECIMIENTOS

A mis abuelas, valientes y guerreras

A mis padres

A mi familia y amigos/as

A todo el grupo de investigación

Gracias por permitirme aportar mi grano de arena.

Por todas las mujeres que han sufrido y sufren violencia de género.

لجميع النساء اللواتي عانين ويعانين من العنف القائم على نوع الجنس

Ante todo decir, que estas palabras nunca van a ser suficientes para transmitir todo el cariño y agradecimiento que merece cada una de las personas que me han acompañado durante estos años. He imaginado los agradecimientos mil veces, pero al final, limitarlo a las palabras es imposible.

Me quedé fascinada con la Red Neural por Defecto en las clases que dio Miguel en el Máster. Fui a pedirle si podía hacer el TFM sobre esta red cerebral en una población muy complicada de acceder. En vez de decirme que eso no era posible y que me olvidara, Miguel me recondujo al campo de la neuroimagen y la violencia de género. Lo que no podía imaginarme era que por esa clase que para ti, Miguel, seguramente fuese solo una más, para mi significó el comienzo una de las épocas más bonitas. Así que, mi primer gracias es por haber dado esa clase.

Gracias a ti, Juan, porque no puedo pedir un mejor director y compañero. Has estado acompañándome durante todos estos años con compromiso y cariño. Me has enseñado muchísimo a nivel científico, pero lo que más agradezco, es que me has transmitido que se puede hacer ciencia de otro modo, que la investigación puede hacerse desde los cuidados y esto es para siempre. Gracias a los dos por vuestra confianza y por haberme traído hasta aquí.

He sido una afortunada por tenerte a mi lado, Cristina. Por estar siempre pendiente cuando eso podía significar más trabajo para ti. Por haberme enseñado tanto de un modo tan cercano, me diste toda la confianza que no tenía cuando empecé. Muchísimas gracias a Agar por haberme acompañado en este aprendizaje que a veces sabemos que se puede hacer cuesta arriba, pero que contigo se hizo ameno y divertido.

Agradecer infinitamente a todo el grupo de investigación de **PNinsula**, porque haciéndolo tan natural, os convertisteis en una familia para mí. Muchas gracias por todos los encuentros tan esperados como Neurochef o las comidas de grupo. Gracias por los viajes que hemos compartido, por las tantas y tantas horas en el laboratorio que no han hecho más que

convertir ese espacio en un lugar al que la verdad, me encanta ir cada día. Natalia, Isa, Alfonso, María, Sandra Rute, Juanda, Encarna, Sandra Rivas, Mari Ángeles, Ahmed... **MUCHÍSIMAS GRACIAS**

A mis dos compañeros de viaje. He vuelto a este párrafo mil veces porque no tengo las palabras para agradecer todo lo que sin saberlo, habéis conseguido. Carmen, gracias por tu cariño y tu apoyo constante, porque tienes un corazón que no te cabe en el pecho. Álvaro, gracias por enseñarme TANTAS cosas nuevas, pero sobre todo porque siempre haces que me ría, que lo pase bien y así, no es posible tener un mal día. Creo que haberme encontrado con vosotros el primer día ha sido una de las coincidencias más bonitas que me han pasado.

Gracias Carolina, por alegrarnos cada día con tu energía, por estar siempre con una sonrisa y por ayudarme constantemente. Ha sido todo un honor compartir contigo la coordinación. Gracias Charitini, por animarme a seguir adelante y confiar en mí. A Ismael por todo tu cariño y cuidado. A Borja por toda la seguridad y apoyo que nos transmites siempre. A José por su humor y seguridad. A Natalia por toda esa energía y certeza que muestra siempre. A Julia y a Sabina, porque nos habéis cuidado siempre y porque a pesar de estar lejos, siempre hay una parte vuestra aquí con nosotras.

A los que vinieron y se llevaron parte de nuestros corazones. Tiago y Malin, porque sin esfuerzo, os habéis convertido en una parte muy importante de este grupo. Muchísimas gracias a las siguientes generaciones que traen energía renovada y en cuyas manos queda el cuidado de este grupo - María, Noelia, Lucía, Raquel, Cristina... -

Gracias a los/as **trabajadores/as del CIMCYC** por hacer de nuestro lugar de trabajo, un espacio amable y cálido. En especial a Peter por ser siempre la alegría del centro. Agradecer también a los trabajadores de la **cafetería de farmacia** por mimarnos todos los días!

Sobre todo quiero dar las gracias a todas las personas que han **colaborado en los estudios** con el objetivo de avanzar y aportar nuevos conocimientos con el fin de luchar contra la violencia de género. A Clotilde y Adela, que han estado siempre al pie del cañón para que la investigación no parase.

Many many thanks to the people who welcomed me in **Innsbruck** during my stay. Because even though I was far away from my place, I felt at home. Many thanks to Carmen for everything you have taught me and for what she has yet to teach me. Huge thanks to Mirna, Yashvin, Lucas, Ferdinand and Francesca, because they made my stay an unforgettable experience!!

Agradecimientos profundos a todas las personas que me han acompañado estos años. A mis pilares, Kenza y Samia, muchísimas gracias por haberme permitido llegar hasta aquí mano a

mano con vosotras. Muchas gracias a mi familia extensa de **raíces tangerinas**, a Dan, Amina, Moha, Daina y Chouaib porque una no puede estar más agradecida de tener amigos/as de la infancia tan maravillosos. A los audaces por los años de la carrera, porque irse de casa fue difícil, pero lo hicisteis tan fácil y divertido que conseguisteis que **Granada** se convirtiera en mi hogar. A Noelia, Mela, Helen y María por transmitirme vuestro amor siempre y crecer juntas. Muchas gracias a Chema, Susanna, Amate, Marta Carrasco, Marina, David, Mari Marta... por cuidarme siempre como una más de vuestra familia. A Paula, porque trajiste mucha energía y cariño a nuestro piso.

Por supuesto, agradecerle a ADERES, la comisión del Máster en Psicoanálisis Aplicado y a Acción en Red, por convertirnos en los proyectos sociales en los que más he aprendido y me he comprometido. Por la lucha por la pluralidad y por proponer que la igualdad está en respetar la diferencia.

A lo más importante. A **mi familia**. No tengo palabras para agradeceros todo lo que me habéis transmitido. A Tita y Salma porque me habéis enseñado que nunca hay que dejar de luchar. A mis padres, porque no habéis dejado de sacrificaros para que yo pudiera llegar hasta aquí. A mi madre por ser un ejemplo de mujer guerrera, que no se da por vencida y que no deja de crecer. A mi padre, por su humor y su saber hacerme reír, gracias por sentirte siempre orgulloso de lo que hacía. Ya podéis estar seguros de que me habéis dejado siempre en buenas manos.

Al final, la Red Neural por Defecto fue lo de menos

ÍNDICE

Resumen	1
Summary.....	4
I. INTRODUCCIÓN	7
Capítulo 1. Marco conceptual de la violencia de género	8
1. Marco legislativo y manifestaciones de la violencia de género	
2. Consecuencias y estadísticas de la violencia de género	
3. Modelos explicativos de la violencia de género	
Capítulo 2. Aportaciones de la neurociencia social al estudio del hombre maltratador..	17
1. Características psicológicas. Perfiles del hombre maltratador	
2. Funcionamiento neuropsicológico del hombre maltratador	
3. Estudios de la cognición social en hombres maltratadores y sus bases neurales	
3.1. Toma de decisiones sociales	
3.2. Mentalización social	
3.3. Regulación emocional	
Capítulo 3. Funcionamiento cerebral de hombres maltratadores. Hacia la conectividad en estado de reposo.....	31
1. Estudios previos de neuroimagen en hombres maltratadores	
1.1. Estudios estructurales del hombre maltratador	
1.2. Estudios de activación funcional en hombres maltratadores	
2. Integración funcional. Hacia la conectividad cerebral en estado de reposo	
II. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	42
Capítulo 4. Justificación y objetivos de la tesis	43
1. Justificación	
2. Objetivo general	
3. Objetivos específicos e hipótesis	
III. MEMORIA DE TRABAJOS.....	49
Capítulo 5. Resting-state functional connectivity and socioemotional processes in male perpetrators of intimate partner violence against women	50
1. Introduction	
2. Methods	

- 3. Results
- 4. Discussion

Capítulo 6. Social mentalizing in male perpetrators of intimate partner violence against women is associated with resting-state functional connectivity of the Crus II..... 66

- 1. Introduction
- 2. Methods
- 3. Results
- 4. Discussion

Capítulo 7. The association between resting-state effective connectivity and reappraisal success in male perpetrators 82

- 1. Introduction
- 2. Methods
- 3. Results
- 4. Discussion

IV. DISCUSIÓN GENERAL, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS 107

Capítulo 8. Discusión, conclusiones y perspectivas futuras 108

- 1. Discusión general
 - 1.1. Implicaciones teóricas
 - 1.2. Implicaciones prácticas
- 2. Perspectivas futuras
- 3. Conclusiones

V. INTERNATIONAL DOCTORATE 119

Capítulo 9. Discussion, conclusions and future perspectives 120

- 1. Discussion
 - 1.1. Theoretical implications
 - 1.2. Practical implications
- 2. Future perspectives
- 3. Conclusiones

REFERENCIAS 127

ANEXOS 159

RESUMEN/SUMMARY

Resumen

La presente tesis doctoral está enmarcada en la línea de investigación “Neurociencia de la Violencia de Género”, y continúa el trabajo de la Dra. Natalia Bueso Izquierdo titulado “*La mente del hombre maltratador: una perspectiva neurocientífica*” y de la Dra. Agar Marín Morales titulado “*Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones morales y la regulación emocional, reevaluación cognitiva y empatía, en hombres condenados por violencia de género*”. Así, este trabajo tiene por objetivo seguir investigando los mecanismos cerebrales que sustentan los procesos tanto cognitivos como emocionales subyacentes a la violencia de género.

La violencia de género es la expresión más severa de la desigualdad y de las relaciones de poder del hombre sobre la mujer (Organización Mundial de la Salud, 2018). La gravedad de las consecuencias y la imparable incidencia hacen de esta violencia uno de los problemas sociales más urgentes a investigar. Para ello, la neurociencia social propone un campo de trabajo interdisciplinar dedicado al estudio de las interacciones entre los correlatos neurobiológicos y los procesos de la cognición social que sustentan el comportamiento violento del hombre maltratador. Desde esta perspectiva, los estudios revelan que los hombres maltratadores presentan dificultades a la hora de reconocer emociones (Romero-Martínez et al., 2016a), de ponerse en el lugar de otras personas (Salas-Picón y Cáceres-Durán, 2017) y de regular sus emociones negativas (Berke et al., 2019). Sin embargo, estas dificultades parecen ser específicas hacia su pareja o expareja (Loinaz et al., 2021), lo que sugiere que no existe una alteración, sino un procesamiento socioemocional diferente que podría explicar parte de la conducta violenta. Estos hallazgos son respaldados por los recientes estudios de neuroimagen que muestran que los hombres maltratadores presentan un patrón de activación cerebral específico ante estímulos de violencia de género durante tareas de procesamiento emocional (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2009; 2008), regulación emocional (Marín-Morales et al., 2021) y toma de decisiones morales (Marín-Morales et al., 2022a).

A pesar del creciente interés por el estudio de las bases neurales de la cognición social en hombres maltratadores, aún se desconoce cómo estos procesos se relacionan con la conectividad intrínseca o espontánea del cerebro. El análisis de la conectividad cerebral en

estado de reposo permite estudiar las conexiones entre las bases neurales y examinar su relación con procesos de la cognición social (Doruyter et al., 2017). Concretamente, la investigación en población violenta propone que la conectividad cerebral en reposo podría ser un posible marcador de los procesos que desembocan en el uso de la violencia (Romero-Martínez et al., 2019a).

En base a las investigaciones previas, el objetivo principal de la presente tesis consiste en estudiar por primera vez, la conectividad cerebral intrínseca en relación con procesos de la cognición social en hombres condenados por violencia de género, en comparación a dos grupos controles; un primer grupo formado por hombres condenados por otros delitos diferentes a la violencia de género y un segundo grupo de hombres sin historial criminal. Para llevar a cabo este objetivo, se realizaron tres trabajos empíricos:

El primer estudio se centró en explorar la conectividad *funcional* de los tres sistemas que sustentan la *toma de decisiones* de acuerdo al Modelo Triádico de Turel y Bechara (2016) en hombres condenados por violencia de género. Los resultados mostraron que en comparación a los dos grupos controles, los hombres maltratadores presentaron hiperconectividad funcional entre el sistema reflectivo-prefrontal y el sistema impulsivo-amígdalo-estriado, así como entre el sistema interoceptivo-insular y la red neural por defecto (DMN). Los estudios sugieren un proceso interoceptivo y *top-down* regulatorio específico de hombres maltratadores, previamente hipotetizado en estudios de activación cerebral (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2008). Más importante, el análisis exploratorio mostró que la conectividad funcional específica de hombres maltratadores se asoció predominantemente con procesos de la cognición social y no con procesos puramente neuropsicológicos.

El segundo estudio tenía por objetivo examinar la conectividad *funcional cerebro-cerebelar* asociada a la *mentalización social* (Van Overwalle et al., 2020a). Los resultados mostraron que los hombres maltratadores presentaron hiperconectividad entre el área cerebelar Crus II y regiones posteriores de la DMN, así como con áreas límbicas en comparación a los dos grupos controles. Además, esta conectividad funcional se asoció con mayores pensamientos sobre la inferioridad de la mujer y menor empatía. Los hallazgos de este estudio sugieren que la hiperconectividad cerebro-cerebelar podría relacionarse con un

mecanismo compensatorio donde el cerebelo ejercería una función moduladora de la actividad de regiones corticales claves en la mentalización social (Van Overwalle et al., 2020b).

Finalmente, el tercer estudio empírico se centró en estudiar la conectividad *efectiva* de las bases neurales de la estrategia regulatoria de *reevaluación* (Morawetz et al., 2022) en hombres maltratadores. Los resultados mostraron que, en comparación al grupo de hombres sin historial criminal, ambos grupos de delincuentes (maltratadores y otros delincuentes) presentaron mayor conectividad efectiva desde áreas prefrontales hacia áreas temporoparietales y menor conectividad efectiva en el sentido opuesto. Además, los hombres maltratadores también mostraron un patrón de conectividad específico diferente al grupo de otros delincuentes, donde cabe destacar una mayor conectividad efectiva entre el área suplementaria motora (SMA) y áreas prefrontales. Ambos resultados sugieren que los hombres maltratadores muestran una conectividad efectiva específica entre las bases neurales que sustentan la reevaluación. Esta conectividad incluye principalmente regiones prefrontales, la SMA y la unión temporoparietal (TPJ), pudiendo estar relacionado con el procesamiento emocional y moral (Raine, 2019). El presente estudio también reveló que las conexiones que involucran la corteza dorsolateral prefrontal (DLPFC) podrían ser un posible predictor de la habilidad de regular las emociones ante estímulos de violencia de género en hombres maltratadores.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran que los hombres maltratadores presentan una conectividad intrínseca específica de las bases neurales que sustentan los procesos de la toma de decisiones, mentalización social y reevaluación. Además, esta conectividad parece estar relacionada con procesos específicos de la violencia de género, a destacar, los pensamientos distorsionados sobre la mujer y la habilidad de regular las emociones ante estímulos de violencia de género. Estos hallazgos permitirán adquirir una mayor comprensión sobre los procesos que se encuentran detrás de la violencia de género.

Summary

The present doctoral thesis is part of the research line entitled “Neuroscience of Intimate Partner Violence Against Women”, and continues the work of Dr. Natalia Bueso Izquierdo called “The mind of the male batterer: A neuroscientific perspective” and Dr. Agar Marín Morales entitled “Brain mechanisms of moral decision-making and emotion regulation: cognitive reappraisal and empathy in men convicted for intimate partner violence crime”. Thus, this work aims to keep on investigating the brain underpinnings of both cognitive and emotional processes that underlie intimate partner violence against women (IPVAW).

IPVAW is the most severe expression of inequality and power relations of men over women (World Health Organization, 2018). The severity of its consequences and its increasing prevalence makes this violence one of the most urgent social problems to investigate. To this end, social neuroscience proposes an interdisciplinary field dedicated to the study of the interactions between the neurobiological correlates and social cognition processes that underpin the violent behavior of male perpetrators. From this perspective, studies revealed that male perpetrators present difficulties in recognizing emotions (Romero-Martínez et al., 2016a), in taking others' perspective (Salas-Picón & Cáceres-Durán, 2017) and in regulating their negative emotions (Berke et al., 2019). However, these difficulties seem to appear specifically towards their female partner or ex-partner (Loinaz et al., 2021), suggesting that there is no alteration in the processes, but a different processing that could partially explain their violent behavior. These results are supported by recent neuroimaging studies showing that male perpetrators present a specific brain activation pattern when viewing IPVAW stimuli during emotional processing tasks (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2009; 2008), emotional regulation (Marín-Morales et al., 2021) and moral decision-making (Marín-Morales et al., 2022a).

Despite the growing interest in the study of the neural basis of social cognition processing in male perpetrators, it is still unknown how these processes relate to intrinsic or spontaneous brain connectivity. The analysis of brain connectivity at rest allows us to study the connections between brain regions and to examine their relationship with social cognition processes (Doruyter et al., 2017). Specifically, research on violent populations proposes that

brain connectivity at rest could be a possible predictor of the processes that lead to the use of violence (Romero-Martínez et al., 2019a).

Based on previous research, the main objective of the present thesis is to explore for the first time, the intrinsic brain connectivity of social cognition processes in men convicted for an IPVAW crime, and compare it to two control groups; a first group composed by men convicted for crimes other than IPVAW, and a second group of men with no criminal records. To this aim, three empirical studies were carried out:

The first study was focused on exploring the *functional* connectivity between the three brain systems underlying *social decision-making* according to The Triadic Model of Turel & Bechara (2016) in men convicted for an IPVAW crime. The results showed that compared to both control groups, male perpetrators presented increased functional connectivity between the reflexive-prefrontal system and the impulsive-amygdala-striatal system, as well as between the interoceptive-insular system and the default mode network (DMN). The study suggests that male perpetrators exhibit specific interoceptive and top-down regulatory processes, previously hypothesized in studies of brain activation (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2008). To note, the exploratory analysis showed that the specific connectivity found in male perpetrators was predominantly associated to social cognition processes rather than to strictly neuropsychological processes.

The second study aimed to examine the *cerebro-cerebellar functional* connectivity related to *social mentalizing* (Van Overwalle et al., 2020a). The results showed that compared to both control groups, male perpetrators presented hyperconnectivity between cerebellar area Crus II and posterior DMN, as well as limbic regions. In addition, this specific functional connectivity was associated with more distorted thoughts about women and lower empathy. The findings of this study suggest that the cerebro-cerebellar hyperconnectivity could be related to a compensatory mechanism where the cerebellum exerts a modulatory function of the neural activity of key cortical regions for social mentalizing (Van Overwalle et al., 2020b).

Finally, the third empirical study focused on investigating the *effective* connectivity of the neural basis supporting the *reappraisal* regulatory strategy (Morawetz et al., 2022a) in male perpetrators. The results showed that compared to men with no criminal records, both

convicted groups (male perpetrators and other offenders) showed increased effective connectivity from prefrontal to temporoparietal areas and decreased effective connectivity in the opposite direction. In addition, male perpetrators also showed different connectivity pattern compared to other offenders, highlighting an increased effective connectivity between the supplementary motor area (SMA) and prefrontal regions. Both results suggest that male perpetrators present a specific mechanism involving prefrontal regions, SMA and temporoparietal junction (TPJ), which may be related to emotional and moral processing (Raine, 2019). Finally, the study revealed that connections involving the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) could be a possible predictor of the ability to down-regulate their emotions when viewing IPVAW-related stimuli.

In conclusion, the present findings show that men convicted for an IPVAW crime present a specific intrinsic connectivity within the neural bases supporting social decision-making, social mentalizing and reappraisal strategy. These findings will provide a better understanding of the processes behind IPVAW.

I. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1.
MARCO CONCEPTUAL DE LA VIOLENCIA DE
GÉNERO

La violencia contra la mujer ha adoptado múltiples formas a lo largo de la historia. Muchas de sus facetas han sido más visibles, otras no tanto, siendo estas últimas las más insidiosas por estar arropadas por discursos religiosos, morales y científicos, siempre articulados a la cultura patriarcal (Arias, 2012, p. 7). Así, la Organización de las Naciones Unidas sentencia: *“La violencia contra la mujer es el crimen encubierto más numeroso del mundo”* (Declaración Conmemorativa del Año Internacional de la Mujer, 2007).

El número de mujeres víctimas no decrece y las políticas públicas están lejos de tener la eficacia necesaria (Varela, 2020, p. 15). La violencia de género, entendida como aquella que se da contra la mujer en el contexto de la pareja, ha sido reconocida como la forma más común de violencia contra las mujeres (Ferrer-Pérez y Bosch-Fiol, 2019), considerándose como la quinta causa de muerte y discapacidad del mundo (Olf y Wall, 2014). De acuerdo con el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), el 38% de los feminicidios son perpetrados por una pareja íntima y una de cada tres mujeres (cerca de 641 millones de mujeres en el mundo) han sufrido actos violentos por parte de un compañero íntimo a lo largo de su vida. Además, existen numerosas formas de victimizar a la mujer que resultan difíciles de identificar (incluso por ellas mismas), quedando aún más encubierta esta violencia debido a las interrupciones de los servicios de ayuda, como fue evidenciado durante la pandemia del COVID-19 (Ruiz-Pérez y Pastor-Moreno, 2021).

1. Marco legislativo y manifestaciones de la violencia de género

Partimos de un contexto cultural y social donde las manifestaciones de la violencia de género eran consideradas pertenecientes al círculo íntimo de la familia, entorno en el cual no debía involucrarse el Estado (Pastor et al., 2021). No es hasta 1989 cuando se incorpora al Código Penal el delito de Violencia Doméstica (Artículo 425, Código Penal 1973), diferenciándose de cualquier otro tipo de violencia. A lo largo de 15 años se realizaron sucesivas reformas hasta la declaración de la Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género (LOMPIVG), que tiene como objetivo abordar de forma universal la violencia de género, quedando definida como *“toda manifestación de la discriminación, la situación de desigualdad y las relaciones de poder de los hombres sobre las mujeres, que se ejerce sobre estas por parte de quienes sean o hayan sido sus cónyuges o de quienes estén o hayan estado ligados a ellas por relaciones similares*

de afectividad, aún sin convivencia” (Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género).

Esta demarcación de la violencia de género se convierte en un hito en el trabajo realizado hasta entonces, donde la violencia doméstica haría referencia al seno familiar y respondería a motivos individuales y personales (Huertas, 2007), y no a una desigualdad histórica entre mujeres y hombres (IV Conferencia Mundial de las Mujeres, 1995). De este modo, en la exposición de motivos, la Ley aclara que la violencia de género se dirige a las mujeres por el mero hecho de serlo, por ser consideradas por sus agresores carentes de los derechos mínimos de libertad, respeto y capacidad de decisión (Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, LOMPIVG). En definitiva, se establece que la violencia de género es una violencia específica (Varela, 2020, p. 20).

Dentro de esta consideración de violencia de género, se incluyen diferentes formas de expresión de la misma. A pesar de que existen diferentes tipologías según las instituciones, recuperamos aquí la clasificación más utilizada (OMS, 2013):

- La *violencia física*, entendida como aquella que directa o indirectamente produce un sufrimiento físico (Rosich Solé y Micciola, 2021, p. 22). Esta violencia afecta a la integridad física provocando un daño, discapacidad, enfermedad o la muerte de la mujer víctima (Daugherty et al., 2019). Recoge conductas como empujones, puñetazos, estrangulamiento y uso de armas (Breiding et al., 2015).
- La *violencia sexual*, que comprende toda acción contra la libertad e indemnidad sexual de la mujer (OMS, 2021) y supone todos aquellos comportamientos que impliquen relaciones sexuales forzadas o de coacción (Breiding et al., 2015).
- La *violencia psicológica*, definida como toda agresión a la integridad y salud psíquica y emocional de la mujer, a través de conductas de humillación, control, insultos, amenazas tanto en el contexto privado como público (Ali et al., 2016). Muchas veces, esta violencia comprende también la *violencia social*, destinada a provocar el aislamiento de las mujeres, y la *violencia ambiental*, que incluiría el daño económico o simbólico (Rosich Solé y Micciola, 2021, p. 22).

Es importante señalar que la violencia física o sexual no pueden darse ajenas de la psicológica, ya que cada una de estas formas de violencia son ejercicios de poder que ejerce el maltratador con el fin de conseguir y mantener la sumisión y el control de su pareja o expareja (Expósito y Moya, 2011). De acuerdo a la Macroencuesta de Violencia de Género (2019), el 97% de las mujeres que han sufrido violencia física o sexual por parte de alguna pareja íntima han manifestado haber sufrido violencia psicológica. En definitiva, la violencia psicológica siempre está presente cuando se da violencia física o sexual.

El aumento de la violencia de género entre adolescentes nos exige prestar atención a nuevos modos en que se manifiesta la violencia. Se entiende la violencia de género como una violencia dinámica que está sustentada por un discurso sociocultural que evoluciona y se adapta (Muñiz-Rivas y Cuesta-Roldán, 2015). De este modo, los entornos virtuales se han convertido en un medio básico de socialización entre adolescentes y jóvenes adultos/as, convirtiéndose en un reflejo de la sociedad y, por tanto, en nuevos espacios en los que se siguen reproduciendo desigualdades de género y se ejercen actos de violencia (Heredia y Ausina, 2017). Nos referimos a la *violencia tecnológica o virtual*, que abarca cualquier acto violento cometido, instigado o agravado por el uso de tecnologías de la información y la comunicación (Ley 15/2021, de 3 de diciembre, gallega para la prevención y el tratamiento integral de la violencia de género). A pesar de estar estrechamente relacionada con la violencia psicológica, consideramos importante darle un espacio diferente debido al descenso de la edad de los agresores y las mujeres que la sufren (Sebastián et al., 2010). La violencia virtual es en muchos casos la precursora de una relación violenta y en otras situaciones, es una clara expresión de violencia psicológica (Estébanez, 2012).

Recientemente se ha visibilizado que el Estado puede ser también un representante de distintas formas de *violencia institucionalizada*. Esta se define como “*todas las acciones y omisiones de las autoridades, el personal público y los agentes de cualquier organismo o institución pública que tengan por finalidad retrasar, obstaculizar o impedir el acceso a las políticas públicas y al ejercicio de los derechos que reconoce la presente ley*” (Ley 17/2020, de 22 de diciembre, de modificación de la Ley 5/2008 para asegurar una vida libre de violencia machista). Esta violencia no solo puede suceder porque se realicen actos directos de violencia a través de sus autoridades (Bodelón, 2014), sino también por la deslegitimación ética y social

de esta, desembocando en una falta de responsabilidad sobre la prevención, sanción y erradicación de la violencia de género (Rosich Solé y Micciola, 2021, p. 24). En este contexto, es preciso resaltar el caso de las mujeres migrantes que se encuentran de forma irregular en España o que están por agrupación familiar a través de su pareja-victimario (Plan de Atención y Prevención de Género en Población Inmigrante, 2009). Como señala Sancho (2017), si el miedo de las mujeres migrantes a ser expulsadas conlleva el rechazo a iniciar un procedimiento de denuncia, se está limitando el acceso a los derechos y recursos que ofrece la LOMPIVG para las víctimas de violencia de género.

2. Consecuencias y estadísticas de la violencia de género

Considerando las distintas manifestaciones de violencia de género descritas, el impacto que estas tienen en la salud de la mujer es tan grande que, además de haberse considerado como un problema de derechos humanos, se considera también un problema importante de salud pública (OMS, 2021). Las secuelas que diferentes tipos de violencia dejan en las mujeres son múltiples y tienen efecto a corto y largo plazo (Hidalgo-Ruzzante et al., 2012). A nivel físico, las mujeres muestran una alta prevalencia de enfermedades crónicas de distinta naturaleza, principalmente cardiovasculares, respiratorias, gastrointestinales, sexuales y obstétricas (Dillon et al., 2013). A nivel psicológico, las mujeres presentan una mayor probabilidad de padecer trastornos mentales siendo los más reconocidos, los trastornos depresivos y de ansiedad (Loxton et al., 2017), ideación e intentos suicidas, abuso de sustancias (Ellsberg et al., 2008), trastorno de estrés postraumático (TEPT) y TEPT complejo (Fernández-Fillol et al., 2021; Krause et al., 2008). Además, nuevas líneas de investigación han mostrado que las mujeres supervivientes presentan alteraciones neuropsicológicas y cerebrales derivadas del daño directo provocado por los golpes en la cabeza o por estrangulamiento (Daugherty et al., 2022; Valera et al., 2019). Por último, las mujeres también sufren consecuencias sociales de extrema gravedad que dificultan e imposibilitan su reincorporación al campo laboral, lo que desemboca en la disminución o pérdida de ingresos (OMS, 2021). Asimismo, las mujeres supervivientes suelen tener un círculo de apoyo pequeño, debido al impacto que supone la violencia en su autoestima, salud mental e identidad (Matheson et al., 2015).

Finalmente, no hay que olvidar las secuelas que sufren *los/as hijos/as víctimas* de esta violencia. Resultados hallados en diversos estudios revelan que estos/as menores presentan problemas de socialización e integración en la escuela debido a sentimientos de inseguridad, agresividad y disminución del rendimiento académico (Hernández y Gras, 2005). Los/as niños/as pueden padecer síntomas emocionales (depresivos, ansiosos) y otros trastornos como el TEPT (Llamas y Dato, 2020; Alcántara-López et al., 2013). Por lo tanto, no solo están en constante riesgo por vivir una situación de violencia cotidiana, sino que en ocasiones son objeto directo de la violencia de los maltratadores, bien porque ejercen violencia sobre ellos/as, o bien, porque son utilizados para hacer daño a la madre. A esta última se la conoce por *violencia vicaria* (Varela, 2020, p. 17-19).

Desde hace años, los datos nacionales revelan cifras preocupantes en torno a la incidencia y prevalencia de la violencia de género. De acuerdo con la Macroencuesta de Violencia de Género (2019), el 32,4% de las mujeres residentes en España de más de 16 años sufrieron al menos un tipo de violencia (física, sexual o psicológica) por parte de la pareja actual o de exparejas. Más específicamente, el 11% sufrió violencia física en algún momento de su vida (se estima un total de 2.234.567 mujeres), el 8,9% fue víctima de violencia sexual (alrededor de 1.810.948 mujeres) y el 27% sufrió violencia psicológica (cerca de 5.500.704 mujeres). Además, tal y como comentamos anteriormente, el 97% de las mujeres que sufrieron violencia física o sexual manifestaron haber sufrido violencia psicológica (Ministerio de Igualdad, 2021). La Macroencuesta de Violencia de Género (2019), también nos informa de que el 11,5% (se estima 2.350.684 mujeres residentes) ha sufrido violencia económica por parte de su pareja o expareja en algún momento de su vida. En relación a la violencia tecnológica, no existen suficientes datos para poder realizar una inferencia poblacional, sin embargo, destacamos un estudio de Bajo-Pérez (2022) donde evaluaron a 258 mujeres residentes en España con edades comprendidas entre los 18 y los 35 años, y encontraron que un 27,9% de todas ellas sufrieron reproches por parte de sus parejas debido a conversaciones con otras personas y un 11,8% sufrió una violación de su privacidad.

Las presentes estadísticas culminan con los datos oficiales de las muertes. Según la Delegación del Gobierno contra la Violencia de Género (2022), durante este último año, 38 mujeres (11 son mujeres migrantes) han sido asesinadas por su pareja íntima. Es importante

resaltar que, de las 38 mujeres asesinadas, 24 no habían llegado a interponer la denuncia, lo que pone de manifiesto aquello que queda a la sombra de las cifras. Además, según la Delegación del Gobierno contra la Violencia de Género (2021) desde el año 2013 hasta la actualidad, 48 menores han sido asesinados por violencia de género vicaria.

Paralelamente, de acuerdo con el Sistema de Seguimiento Integral en los Casos de Violencia de Género o sistema VioGén, la violencia de género es la tercera causa de privación de libertad después de los delitos contra el patrimonio y contra la salud pública. En el año 2021, se dieron 162.848 denuncias por violencia de género y 33.068 hombres fueron condenados por un delito de violencia de género (Instituto Nacional de Estadística, 2021). Finalmente, a pesar de la falta de estudios oficiales de reincidencia en España, según el sistema VioGén, de los 378.645 casos registrados entre los años 2007 y 2015, el 18,07% eran reincidentes (64.830 casos) y de estos, el 29,62% eran multirreincidentes (López-Ossorio et al., 2017).

En respuesta a estos alarmantes datos y a las secuelas sufridas por las víctimas, se han llevado a cabo progresos muy importantes, incluyendo programas de prevención, de atención a mujeres y menores, la penalización agravante del delito y la intervención con hombres condenados por violencia de género (Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez, 2019). Sin embargo, aún nos quedan muchas metas que alcanzar, entre ellas, entender y esclarecer los mecanismos que subyacen a esta violencia.

3. Modelos explicativos de la violencia de género

Con el objetivo de conocer los mecanismos de la violencia de género, en 1960 se dieron a conocer los primeros modelos explicativos de carácter unicausal que desarrollan la causa de esta violencia desde un punto de vista biológico, psicopatológico y de personalidad, tanto de la víctima como del agresor (Corvo y Johnson, 2013). Durante las décadas siguientes, estos modelos unicaules fueron ganando mayor complejidad. Entre ellos destacan el modelo de aprendizaje social (Bandura, 1971-1986), la teoría del apego (Bowlby, 1989) o la transmisión intergeneracional (Kalmuss, 1984).

Los modelos explicativos más actuales son multicausales ya que defienden que esta violencia ocurre y se mantiene por la coexistencia de múltiples factores personales,

situacionales y socioculturales siendo las relaciones de género un factor clave para entender la violencia contra la mujer (Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez, 2019). Entre los modelos multicausales, destaca el modelo ecológico de la autora Heise (1998) que, posteriormente fue retomado por Vives-Cases et al. (2009). Se trata de un modelo probabilístico que sigue siendo el más reconocido por parte de instituciones internacionales como la OMS o la Organización de las Naciones Unidas (Cases, 2011). El modelo propone que los determinantes de la violencia de género se organizan en 4 niveles: (1) *la historia personal* que incluiría, entre otras variables, la experiencia de violencia conyugal en la infancia o haber sufrido maltrato, (2) *el microsistema* que incluye las relaciones intrafamiliares, los vínculos con los/as iguales, las primeras relaciones de amor, (3) *el exosistema* que abarcaría, entre otros factores, la situación socioeconómica tanto de la víctima como del victimario, los apoyos de grupos sociales y finalmente, (4) *el macrosistema* que estaría formado por las actitudes, creencias y normas que impregnan la cultura de la violencia de género.

Tomando distintos elementos de modelos previos y el marco teórico de la perspectiva feminista, las autoras Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez (2019; 2013) han conceptualizado un modelo heurístico para explicar la violencia contra las mujeres en sus diferentes formas y en concreto la violencia de género. Este modelo tiene una estructura piramidal y se compone de 5 escalones. El pilar base de esta pirámide es el *sustrato patriarcal*, entendido como el sistema de organización social que legitima la situación de desigualdad entre los hombres y las mujeres. De la mano del patriarcado, en el segundo escalón, se colocarían los *procesos de socialización diferencial*, que hacen referencia a la difusión de las creencias y actitudes generadas por el sistema patriarcal, a partir de los cuales se van organizando los vínculos, modelos de género y las relaciones sexo-afectivas. El tercer escalón se constituye por las *expectativas de control* que tendrían los hombres sobre las mujeres. Aquí encontramos cómo la toma de los modelos tradicionales de género (con sus respectivos mandatos rígidos) legitiman los derechos de control que tienen los hombres sobre las mujeres (sobre sus cuerpos, economía, sexualidad). Los *eventos desencadenantes* formarían el cuarto escalón de la pirámide y abarcaría todo fenómeno tanto personal (abuso de alcohol, problemas económicos, enfermedades), social (crisis económicas, legislación) o político-religioso, que materializan las expectativas de control. Estos eventos individuales fueron utilizados por las teorías unicasales, pero la evidencia actual muestra que no ejercen una función causal en la

violencia, sino que serían posibles facilitadores o desinhibidores de la misma (Foran y O’Leary, 2008). Estos niveles desembocarían en el quinto y último escalón de la pirámide, que sería el propio *estallido de la violencia*. Además, el modelo piramidal incorpora un *mecanismo de filtraje* que permite entender el comportamiento violento como una elección voluntaria y no como un acto predestinado, así como nos permite explicar por qué hay hombres que acaban ejerciendo violencia y por qué otros acaban rompiendo con el mandato patriarcal (Figura 1).



Figura 1. Modelo Piramidal de Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez (2019).

Nota. Adaptado de Bosch-Fiol, E., & Ferrer-Pérez, V. A. (2019). El Modelo Piramidal: alternativa feminista para analizar la violencia contra las mujeres. *Revista Estudios Feministas*, 27.

En base a todo lo expuesto, queda justificado que la violencia de género nos sitúa ante un problema de una magnitud aberrante, que requiere diferentes miradas y también respuestas interdisciplinarias (Francis, 2017). La mayoría de investigaciones se han centrado en las consecuencias que tiene esta violencia sobre las víctimas y, sin embargo, se ha prestado menos atención al hombre maltratador. Así, se defiende un abordaje de la violencia de género que incluya necesariamente el estudio de los factores que contribuyen a que un maltratador actúe de forma violenta contra su pareja o expareja. Con el fin de contribuir en esta línea, se ha planteado la presente tesis doctoral. En el siguiente capítulo revisaremos las aportaciones al estudio del hombre maltratador desde el campo de estudio de la neurociencia social.

CAPÍTULO 2.
APORTACIONES DE LA NEUROCIENCIA
SOCIAL AL ESTUDIO DEL HOMBRE
MALTRATADOR

Entendemos la violencia de género como un problema social cuya complejidad nos obliga a estar en constante actualización en los métodos de investigación. Es así que la *neurociencia social* (Cacioppo y Cacioppo, 2013; Cacioppo et al., 2002) irrumpe en este escenario para proponer un campo de trabajo interdisciplinar dedicado al estudio de las interacciones dinámicas de los procesos sociales que subyacen a la violencia de género y los sistemas biológicos (genéticos, hormonales y cerebrales).

Bajo este postulado, se han llevado a cabo grandes esfuerzos por conocer la etiología de la violencia de género, los factores protectores y de riesgo, así como las variables mediadoras y moderadoras que facilitan o promueven este tipo de violencia (Expósito-Álvarez et al., 2021). Para ello, el estudio del hombre maltratador se ha abordado desde diferentes miradas *complementarias*: la *sociológica*, que intenta explicar la violencia desde los sistemas y las estructuras sociales (Lawson, 2012), la *psicológica*, cuyo objetivo principal es la caracterización de los maltratadores a partir de factores sociales, psicopatológicos y de personalidad (Siria et al., 2021; López-Ossorio et al., 2017; Lila et al., 2013) y la *biológica* que aborda el estudio de variables psicofisiológicas como la conductancia de la piel y el ritmo cardíaco (Babcock et al., 2005), variables hormonales como la testosterona y la oxitocina (Comes-Fayos et al., 2022; Romero-Martínez et al., 2013) o el estudio de la estructura y funcionamiento cerebral mediante el uso de técnicas de neuroimagen (Verdejo-Román et al., 2019; Bueso-Izquierdo et al., 2016a).

1. Características psicológicas. Perfiles del hombre maltratador

Desde la rama psicológica, la investigación se ha centrado fundamentalmente en dos objetivos. El primer objetivo consiste en identificar las características que diferencian a los hombres maltratadores de los que no lo son, con el fin de explorar los factores de riesgo y mejorar los procedimientos de prevención de la violencia de género (Boira y Aragonés, 2011). El segundo objetivo pretende clasificar a los hombres maltratadores mediante la elaboración de tipologías, con el propósito de personalizar los programas de intervención y conseguir disminuir el riesgo de reincidencia (González-Álvarez et al., 2021).

En este contexto, se han explorado variables sociodemográficas como la edad (Rodríguez et al., 2009), la situación socioeconómica y el nivel educativo (Reichel, 2017).

Además, se han analizado factores como la presencia de psicopatologías (Echeburúa y Amor, 2010), trastornos de personalidad (Echauri et al., 2011) y variables históricas como haber sufrido violencia durante la infancia (Fernández-Montalvo et al., 2022; Teva et al., 2021) y la existencia de antecedentes de comportamiento violento (Corvo y deLara, 2010). Todos estos estudios han revelado la amplia diversidad existente entre los hombres maltratadores y la imposibilidad de establecer conclusiones globales.

En el intento de dar respuesta a la heterogeneidad de estos agresores, se han creado numerosas tipologías de hombres maltratadores en base a diferentes variables. Las primeras tipologías utilizaron características psicopatológicas y los rasgos o trastornos de personalidad como criterios diferenciadores (Gondolf, 1988; Hamberger y Hastings, 1985; Elbow, 1977). En su influyente aportación, Holtzworth-Munroe y Stuart (1994) desarrollaron la que se convertiría en la clasificación más conocida hasta hoy en día. Esta tipología distingue 3 subtipos de maltratadores, basándose en la severidad de la violencia ejercida, la presencia de conductas violentas extra-familiares y de psicopatologías o trastornos de personalidad.

- *Limitados al ámbito familiar*: son hombres fundamentalmente violentos con sus parejas e hijos/as y su violencia es de menor frecuencia y gravedad en comparación a los otros dos grupos. Son agresores que no suelen presentar alguna psicopatología o trastorno de personalidad, aunque sí pueden mostrar rasgos de personalidad obsesiva y dependiente. Además, pueden haber sufrido niveles bajos o moderados de violencia en la infancia (Holtzworth- Munroe et al., 2000).
- *Borderline/disfóricos (impulsivos)*: suelen ejercer violencia de intensidad media o alta contra la pareja, contra otros/as miembros de la familia y a veces contra personas que no forman parte del entorno familiar. Son los que presentan mayores alteraciones psicológicas (principalmente impulsividad e inestabilidad emocional) y comparten características específicas de la personalidad abusiva como el apego temeroso y los movimientos extremos de control a ira. Estas personas suelen justificar la violencia ejercida y algunas de ellas han sufrido niveles de violencia moderada o grave durante la infancia (Cavanaugh y Gelles, 2005).

- *Violentos generales o antisociales (instrumentales)*: suelen utilizar la violencia física y psicológica como un instrumento para conseguir lo que quieren. Este tipo de violencia no está limitada al ámbito familiar, por lo que suelen ser hombres que también presentan problemas legales debido a sus conductas antisociales (Holtzworth-Munroe y Stuart, 1994). Estos agresores presentan mayores niveles de narcisismo y manipulación y es más probable que abusen de sustancias como el alcohol y otras drogas (Cavanaugh y Gelles, 2005).

En el año 2000, Holtzworth-Munroe y Stuart revisaron su tipología incluyendo un cuarto perfil denominado *antisocial de nivel bajo* que se ubicaría entre los maltratadores limitados a la familia y los violentos generales (Holtzworth-Munroe et al., 2000). La introducción de este nuevo perfil, supone el cuestionamiento de un posible continuo de antisocialidad dentro de la clasificación (Amor et al., 2009).

Esta propuesta comparte múltiples aspectos con tipologías tanto previas como posteriores (Amor et al., 2009). Así, después de la clasificación de Holtzworth-Munroe y Stuart (1994), otros factores fueron tomando especial relevancia como las medidas psicofisiológicas (Babcock et al., 2005; 2004; Gottman et al., 1995), el tipo de violencia y la reincidencia (Llor-Esteban et al., 2016; Cunha y Gonçalves, 2013; Tweed y Dutton, 1998), dando lugar a dos, tres e incluso cuatro subtipos de maltratadores (para una revisión más exhaustiva de las tipologías, leer Loinaz et al. 2010).

Todas estas clasificaciones comparten un eje común que posteriormente recogieron las tipologías propuestas por Loinaz et al. (2010), Herrero et al. (2016) y finalmente Rodríguez-Franco et al. (2017), que proponen la diferenciación entre maltratadores *generalistas*, caracterizados por cometer una mayor variedad de delitos y agresiones entre las que se incluye la violencia de género, y los maltratadores *especialistas* que cometen delitos y agresiones relacionados únicamente con la violencia de género (Herrero et al., 2016). A pesar de compartir características con la clasificación de Holtzworth-Munroe y Stuart, 1994), esta nueva tipología muestra que aunque los maltratadores *especialistas* parecen presentar una trayectoria delictiva más corta, menor abuso de sustancias y menos rasgos antisociales y borderline que los maltratadores *generalistas* (Teva et al., 2022), sí que realizan actos violentos moderado-graves que llegan a ser letales (Herrero et al., 2016).

En resumen, la literatura revela un perfil muy heterogéneo de hombres maltratadores, donde las distintas formas de violencia y de agresión que llevan a cabo estarían asociadas a múltiples factores como el contexto sociocultural, la presencia de rasgos de personalidad o psicopatologías (Lorente-Acosta, 2004). Es desde este lugar de heterogeneidad, que promovemos una investigación más exhaustiva de algunos procesos que ya fueron descritos en el pasado (como la flexibilidad para tomar decisiones y la impulsividad) pero que, sin embargo, no se habían estudiado mediante herramientas objetivas. Un buen ejemplo sería el empleo de las pruebas neuropsicológicas (Bueso-Izquierdo et al., 2015), que han demostrado aportar medidas que fomentan una mejor caracterización de los hombres maltratadores.

2. Funcionamiento neuropsicológico del hombre maltratador

Dentro de la neuropsicología, los sustratos cognitivos que más se han estudiado en hombres maltratadores son las funciones ejecutivas (FE) (Bueso-Izquierdo et al., 2015a), definidas como un conjunto de mecanismos superiores que se encuentran implicados en la planificación, regulación y control de la cognición y las acciones humanas (Miyake y Friedman, 2012). Numerosos estudios han demostrado que alteraciones en estas funciones se asocian a dificultades en el control atencional, inhibición y rigidez cognitiva, pudiendo promover un comportamiento impulsivo que derive al uso de la violencia (Cruz et al., 2020; Holler y Kavanaugh, 2013; Hofmann et al., 2012). Por otro lado, la literatura revela que el daño cerebral provocado por traumatismo craneoencefálico (TCE) es una de las causas más comunes de alteraciones neuropsicológicas que se han visto asociadas a la violencia general (Siever, 2008) y que están sobrerrepresentadas en poblaciones de individuos antisociales y criminales (Farrer et al., 2012).

Las primeras investigaciones centradas en la violencia de género, se interesaron en estudiar si la presencia de TCE podría estar relacionada con la violencia ejercida (Rosebaum et al., 1994; Warnken et al., 1994) o podría explicar las alteraciones de las funciones ejecutivas presentes en hombres maltratadores (Marsh y Martinovich, 2006; Cohen et al., 2003). Los hallazgos de estas investigaciones mostraron que aunque existe una mayor prevalencia de TCE en esta población (Farrer et al., 2012), esto no determina que existan déficits neuropsicológicos ni tampoco explica la violencia ejercida (Horne et al., 2020; Walling et al.,

2012). Esta línea de trabajo fue retomada por Bueso-Izquierdo et al. (2019) que recalcó la importancia de tener también en consideración la gravedad de las anomalías cerebrales estructurales. En su estudio reveló que los maltratadores no presentaban más anomalías estructurales graves en comparación con hombres condenados por otros delitos, pero sí presentaban más anomalías menores sin relevancia clínica. Estas anomalías menores no se relacionaban con daño cerebral por lo que demostraron que la presencia de alteraciones estructurales no explica las diferencias de las alteraciones neuropsicológicas, apoyando que éstas no son suficientes para justificar la violencia ejercida (Bueso-Izquierdo et al., 2019a).

Por ello, otra línea de investigación se interesó en estudiar el funcionamiento ejecutivo tomando la presencia de TCE como criterio de exclusión o como variable a controlar para estudiar a los hombres maltratadores en comparación con hombres sin historial criminal. La línea general de resultados reveló un perfil de maltratador caracterizado por una peor inhibición conductual (Wetsby et al., 1998) y una mayor impulsividad (Cohen et al., 2003), menor flexibilidad cognitiva (Becerra-García, 2015) y en escasa medida, alteraciones en la atención y memoria de trabajo (Teichner et al., 2001). Además, estos mismos estudios también evaluaron procesos cognitivos estrechamente relacionados con las funciones ejecutivas. Así, los hombres maltratadores parecen presentar alteraciones en la atención sostenida, velocidad de procesamiento (Romero-Martínez et al., 2018) y dificultades en las habilidades verbales y de vocabulario (Walling et al., 2012). Estos hallazgos neuropsicológicos sugieren que la presencia de alteraciones ejecutivas y las bajas habilidades verbales podrían estar en la base de una gestión agresiva de las situaciones y del uso de la violencia para resolver los problemas (Cohen et al., 2003). Asimismo, Bueso-Izquierdo et al. (2016b) reveló que los hombres condenados por violencia de género presentaban un funcionamiento ejecutivo específico, caracterizado por una menor impulsividad, mejor toma de decisiones y peor flexibilidad, en comparación con hombres condenados por otros delitos.

A pesar de la creciente literatura en las últimas dos décadas, no se ha encontrado un único patrón neuropsicológico de los hombres maltratadores. La falta de coherencia en los resultados puede deberse a la existencia de diferentes perfiles, como hemos visto en el punto anterior (Persampiere et al., 2014), a la influencia de variables sociodemográficas (Gage y Thomas, 2017) o, al abuso de sustancias (Easton et al., 2008). De hecho, existe una amplia

literatura que demuestra que la adicción o abuso de sustancias influye significativamente en las FE (Humenik et al., 2021) y podría ser un facilitador de la violencia (Leonard y Quigley, 2017).

Varios estudios muestran que los hombres maltratadores con dependencia al alcohol presentan mayor impulsividad, menor flexibilidad cognitiva y peor memoria a largo plazo que los hombres maltratadores no adictos al alcohol. Sin embargo esta diferencia desaparece cuando se comparan a maltratadores adictos y hombres no violentos adictos (Vitoria-Estruch et al., 2020; Easton et al., 2018). Del mismo modo, un estudio de Bueso-Izquierdo et al. (2019b) muestra que los hombres maltratadores con antecedentes de abuso de sustancias (hachís, cocaína y heroína) también presentan peor funcionamiento ejecutivo que los hombres maltratadores sin consumo patológico, pero esto no se relaciona con la gravedad de la violencia ejercida.

En conclusión, la creciente literatura interesada por el estudio neuropsicológico del hombre maltratador muestra: por un lado, que no existe un perfil neuropsicológico común aunque sí parecen presentar alteraciones en la inhibición y en la flexibilidad cognitiva, así como en las habilidades verbales. Por otro lado, y aunque parezca obvio, no todos los maltratadores presentan un TCE o consumen drogas, así como no todos los hombres que sufren un TCE o consumen drogas son maltratadores (Bueso-Izquierdo et al., 2019b; Romero-Martínez et al., 2019), por lo que el haber sufrido un TCE y el abuso de sustancias se postulan como posibles facilitadores del empeoramiento ejecutivo, pero no explican la violencia de género ejercida, cuyas raíces se encuentran enterradas en la cultura.

Por todo ello, los estudios neurocientíficos más recientes han virado hacia la asociación entre los procesos neuropsicológicos y los procesos socioemocionales que se encuentran estrechamente relacionados con la violencia de género (Romero-Martínez et al., 2021; 2019; 2016a), en concreto, el reconocimiento de emociones, la empatía o la regulación emocional. Estos/as autores/as mostraron que los hombres condenados por violencia de género presentan peor flexibilidad cognitiva, atención y reconocimiento de emociones de otras personas (Romero-Martínez et al., 2019b). Estos factores cognitivos también se han relacionado con la alexitimia, es decir, con la incapacidad de identificar, reconocer o nombrar las emociones propias (Romero-Martínez et al., 2021a). Además, mostraron que el alto

consumo de alcohol se relaciona con un peor procesamiento emocional y toma de perspectiva (Romero-Martínez et al., 2016b). Esta línea de investigación apoya una visión más compleja de la violencia de género, en la cual es necesario estudiar los procesos socioemocionales que conforman la *cognición social* y sus bases cerebrales.

3. Estudios de la cognición social en hombres maltratadores y sus bases neurales

La cognición social hace referencia a cómo las personas dan sentido al mundo, a los acontecimientos que les ocurren, a otras personas y a sí mismas (Fiske y Taylor, 2020). En su libro *“Social Cognition: From Brains to Culture”* (2013), las autoras indican que la cognición social se sustentaría por un circuito cerebral que está formado por redes entrelazadas, pero al mismo tiempo separadas, donde cada una de ellas está especializada en algún dominio de la cognición social (Van Overwalle, 2009). Las autoras también identifican 14 dominios de la cognición social que van desde los procesos más “básicos” como la atención social, representaciones sociales y codificación de estímulos sociales, hasta los procesos de orden más “complejo” como son la inferencia, actitudes y toma de decisiones sociales (Happé et al., 2016).

Bajo esta perspectiva, en la presente tesis nos centraremos en tres componentes de la cognición social que son clave para entender la violencia de género: la toma de decisiones sociales, la *mentalización social* y la *regulación emocional*.

3.1. Toma de decisiones sociales

El estudio de la toma de decisiones tiene por objetivo entender la habilidad fundamental de procesar múltiples alternativas y elegir la más óptima para llevarla a cabo (Sanfey, 2007). La mayor parte de la investigación en este campo se ha basado en paradigmas donde los/as participantes tienen que basarse únicamente en sus propios valores y preferencias para tomar una decisión como por ejemplo, la *Iowa Gambling Task* (Bechara et al., 2005). Sin embargo, en el día a día, nuestras decisiones individuales no están ajenas al contexto social. Por ello, entendemos la toma de decisiones sociales como *“el proceso por el cual las personas toman decisiones que afectan a otras y a sí mismas”* (Rilling y Sanfey, 2011). A pesar de esta diferenciación, la toma de decisiones sociales comparte elementos con la toma de decisiones individual. Por ejemplo, muchas de nuestras decisiones implican

conflictos a nivel de recursos neuropsicológicos, así como la evaluación de los costes a corto y largo plazo de tomar una decisión (Rilling, 2008).

Los sistemas neurales que sustentan la toma de decisiones sociales se han investigado desde múltiples perspectivas (Rilling, 2008). Uno de los modelos neurocognitivos más novedosos es el modelo triádico reflectivo-impulsivo-interoceptivo (Turel y Bechara, 2016) que propone que la toma de decisiones se basa en la coordinación de 3 sistemas independientes: (1) el sistema reflectivo-prefrontal, que estaría involucrado en las funciones ejecutivas, monitorización y regulación y definición de objetivos (Siddiqui et al., 2008); (2) el sistema impulsivo-amigdalado estriado que mediaría la generación de impulsos, el reconocimiento y regulación de las recompensas y castigos así como de la habituación de las conductas automáticas (Yin y Knowlton, 2006); (3) el sistema interoceptivo-insular, que implicaría los procesos de recibir, procesar y representar las señales internas, esenciales para la conducta social adaptativa (Critchley y Garfinkel, 2017).

Es conocido que las conductas violentas pueden surgir por alteraciones en la toma de decisiones sociales (Decety, 2021). Desafortunadamente, la mayoría de los estudios con hombres maltratadores han evaluado la toma de decisiones individual. Por un lado, los estudios muestran que los hombres condenados por violencia de género presentan una peor toma de decisiones en comparación con hombres sin historial criminal, (Romero et al., 2021b) siendo la toma de decisiones más arriesgada en los maltratadores que consumen más alcohol (Vitoria-Estruch et al., 2018). Por otro lado, el estudio de Bueso-Izquierdo et al. (2016), mostró que los hombres maltratadores presentaban una toma de decisiones menos arriesgada en comparación con otros criminales. Finalmente, resaltar un estudio de Marín-Morales et al. (2022a) que investigó la toma de decisiones morales en hombres condenados por violencia de género. El estudio mostró que este grupo no mostraba diferencias a la hora de tomar decisiones relacionadas con situaciones de violencia de género en comparación a hombres condenados por otros delitos. A pesar de la disparidad de los resultados, estos estudios nos indican que los hombres maltratadores parecen presentar una toma de decisiones específica, que parece estar relacionada con factores tanto cognitivos (Romero-Martínez et al., 2021b) como socioemocionales (Bueso-Izquierdo et al., 2012). Por tanto, son necesarios futuros estudios para profundizar en la comprensión de la toma de decisiones social específica de la

violencia de género. La importancia de estudiar este proceso reside en el proceso de filtraje que propone el modelo piramidal de la violencia de género (Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez, 2019) que entiende el comportamiento violento como una decisión voluntaria. Del mismo modo, una mejor comprensión de la toma de decisiones permitirá abordar la falta de adherencia que se observa en los programas terapéuticos, siendo la decisión genuina de participar uno de los objetivos principales de estos programas (Echeburúa y Amor, 2010).

3.2. Mentalización social

El término mentalización social ha sido ampliamente discutido (Baetnes et al., 2014). En la actualidad, numerosos autores/as utilizan términos similares de forma diferente y distintas etiquetas para nombrar procesos aparentemente similares (mentalización, empatía cognitiva y teoría de la mente) lo que provoca malentendidos y confusión. Por ello, en esta investigación nos basaremos en la definición de Luyten y Fonagy (2015) *“La mentalización social es la capacidad de entendernos a nosotros/as mismos/as y a los/as demás en términos de estados mentales, emociones, deseos, actitudes y objetivos”* (Luyten y Fonagy, 2015). El constructo de mentalización es, por tanto, un concepto que engloba conceptos como la empatía, la autoconciencia y la teoría de la mente (ToM) (Van Overwalle y Baetnes., 2009; Beer y Ochsner, 2006). Mientras que la empatía y la ToM se centran en procesos dirigidos hacia otras personas, la autoconciencia se centra en el estado mental de uno/a mismo/a (Choi-Kain y Gunderson, 2008), y del mismo modo, la empatía y la autoconciencia son componentes de carácter más emocional, mientras que la ToM se ha considerado un componente más cognitivo. Por tanto, la mentalización social es más amplia que cualquiera de estos conceptos, ya que se centra tanto en el yo como en los/as otros/as, así como en los factores cognitivos y afectivos (Luyten y Fonagy, 2015). Además, la mentalización también abarca la capacidad de interpretar el estado mental de otras personas en base a características externas y hacer una evaluación de ello de acuerdo al conocimiento propio.

Los estudios de neuroimagen revelan que las áreas cerebrales coordinadas que sustentan el proceso de mentalización social forman parte de la red neural por defecto (DMN), abarcando, la corteza medial prefrontal (mePFC), el giro temporal medio (mTG), la corteza cingular posterior (PCC), el precuneus, los giros angulares (AG) y la unión temporoparietal (TPJ). Además, estudios recientes han mostrado la importancia de tener en

consideración las conexiones cerebro-cerebelares en el estudio de la mentalización social. De hecho, existen numerosos meta-análisis que apoyan que las conexiones anatómicas y funcionales del cerebelo son clave en este proceso (Van Overwalle et al 2020a; Van Overwalle et al., 2019; Güell., 2018; Strata, 2015; Buckner et al., 2011; Habas et al., 2009). Una de las regiones más relevante para el proceso de mentalización social es el Crus II, un área del cerebelo posterior que se conecta anatómica y funcionalmente con la DMN y también con la red ejecutiva cuando se están llevando a cabo procesos de la mentalización social (Van Overwalle, et al., 2020).

De acuerdo a esta definición, los resultados en la literatura centrada en el hombre maltratador son dispares (Loinaz et al., 2012), pero sugieren un perfil caracterizado por la presencia de dificultades en reconocer emociones faciales (Romero-Martínez et al., 2013), adoptar el punto de vista de otras personas (Romero-Martínez et al., 2013) o de personajes ficticios (Loinaz et al., 2021) así, como en la atribución de pensamientos e intenciones a otros/as (Salas-Picón y Cáceres-Durán, 2017). Sin embargo, estas alteraciones en la mentalización social parecen depender de los estímulos utilizados/presentados (Nyline et al., 2018; Bueso-Izquierdo et al., 2015b). Concretamente, los resultados apuntan a que la dificultad de ponerse en el lugar de otras personas o de empatizar, es específica hacia sus parejas o exparejas (Loinaz et al., 2021; Clements et al., 2007). Estos resultados van en consonancia con la amplia literatura que demuestra que los hombres maltratadores presentan sesgos cognitivos sobre la inferioridad de la mujer y los roles de género dentro de la pareja (Echeburúa et al., 2016), lo que desemboca en una falta de responsabilidad sobre la violencia ejercida (Cunha et al., 2022; Loinaz, 2014; Lila et al., 2013), minimización y atribución de la culpa a la víctima y a otros factores externos (Lila et al., 2012; 2008).

3.3. Regulación emocional: reevaluación

La regulación emocional se define como la capacidad de gestionar eficazmente las experiencias emocionales mediante la implementación de estrategias para iniciar, detener o modular el estado emocional (Ford y Gross, 2018; Gross, 2002). Así como una regulación emocional adaptativa se ha visto asociada a una mejor salud mental y física y mejor funcionamiento interpersonal y profesional (Niven, 2017; Aldao y Nolen-Hoeksema, 2012), una regulación emocional desadaptativa representa un factor transdiagnóstico en una gran

variedad de trastornos (Aldao et al., 2016), menor empatía hacia otras personas y un mayor uso de la violencia para resolver conflictos (Zaki, 2020)

El marco conceptual más destacado de la regulación emocional es "*el modelo de proceso de regulación emocional*" (Gross, 1998). Éste distingue cinco familias de estrategias de regulación en una dimensión temporal que ubica cada una de ellas en una etapa distinta del proceso emocional (Webb et al., 2012; Gross y Thompson, 2006). Por un lado, los *procesos focalizados en el antecedente* ocurren previamente a que se dé la respuesta emocional completa. Estos incluyen estrategias que implican la selección, modificación de la situación y el despliegue atencional, como la *distracción* (redirigir la atención a otro estímulo) o la *concentración* (focalizar la atención en la experiencia emocional). También implica el cambio cognitivo que incluiría la *reevaluación cognitiva*, en otras palabras, la reinterpretación de la situación emocional. Por otro lado, los *procesos focalizados en la respuesta* se dan cuando la respuesta emocional se ha generado, y abarca lo que se denomina la modulación de la respuesta, como es la estrategia de *supresión expresiva* (modificar la respuesta conductual).

Recientes modelos de procesamiento emocional sugieren que la regulación emocional se sustenta por la coordinación de múltiples sistemas neurales (Fischer et al., 2016; Smith y Lane, 2015; Pessoa, 2008). Numerosos meta-análisis identifican regiones cerebrales que parecen estar consistentemente activas durante la regulación de emociones. Estas incluirían la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) y ventrolateral (VLPFC) y medial (MePFC), el área suplementaria motora (SMA), ínsula, amígdala, y regiones temporo-parietales como el giro temporal medio (mTG), la unión temporoparietal (TPJ), el giro superior-temporal (STG) y el giro angular bilateral (AG). Sin embargo, recientes estudios revelan que las bases neurales dependen de la estrategia de regulación emocional que se use, el objetivo de la regulación (reducir o aumentar el estado emocional) (Morawetz, 2017) y el estímulo/evento que ha generado la activación de este multi-sistema de respuesta (Sokolowski et al., 2022).

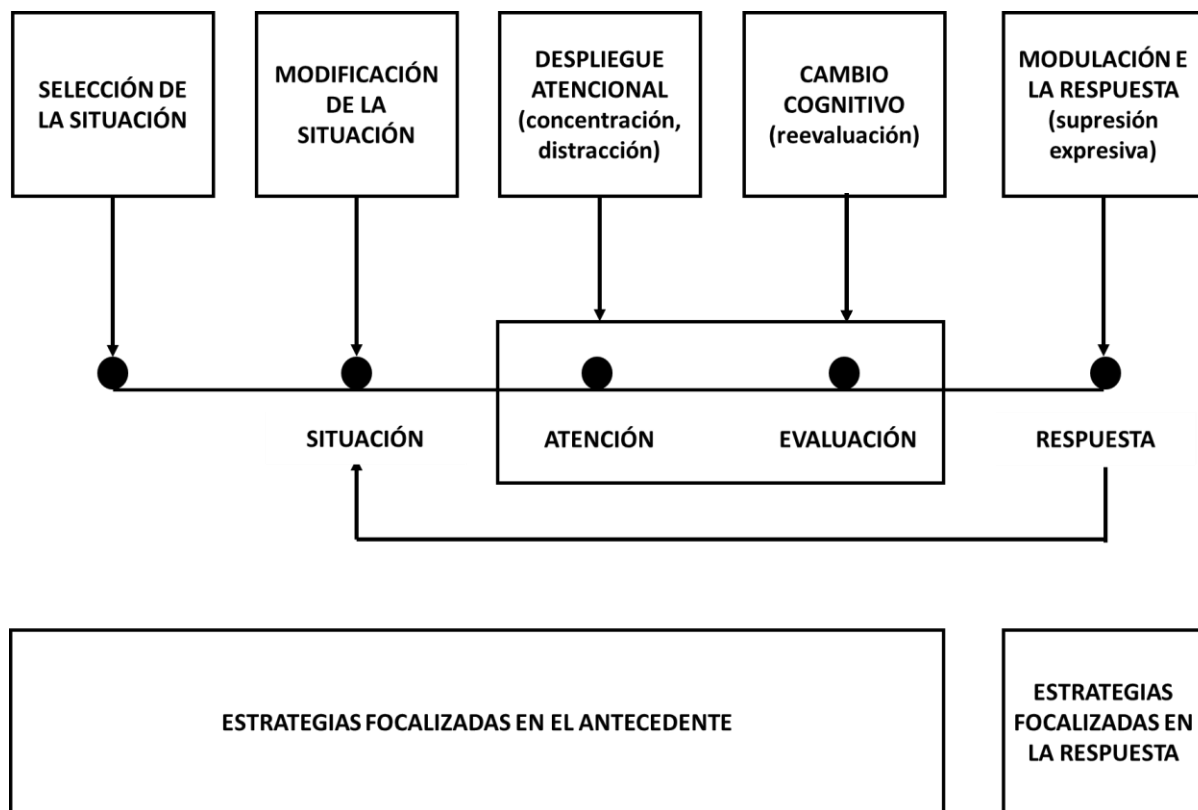


Figura 2. El modelo de proceso de regulación emocional (2007).

Nota. Adaptado de Gross, J. J., & Thompson, R. A. (2006). Emotion regulation: Conceptual foundations. Handbook of emotion regulation.

En base a este modelo (Figura 2), las investigaciones recientes señalan que las dificultades en la regulación emocional parecen ser un factor de riesgo consistente en la expresión de la violencia de género (Blake et al., 2018; Berke et al., 2016; Langer y Lawrence, 2010; Jakupcak, 2003). Entre las estrategias previamente descritas, es la *reevaluación cognitiva* la que más se ha estudiado tanto en otras poblaciones violentas, como específicamente en hombres maltratadores. Así pues, se ha encontrado que los hombres maltratadores parecen presentar dificultades a la hora de regular las emociones negativas, siendo esto un facilitante de la violencia (McNulty y Hellmuth, 2008). Además, esta capacidad regulatoria parece mediar entre el cumplimiento de las normas tradicionales de género y la violencia ejercida (Tager et al., 2010). Concretamente, las dificultades en la regulación emocional median entre la evaluación negativa de uno mismo por no seguir las normas tradicionales de género y la violencia ejercida hacia la pareja. También se ha visto que la regulación emocional media entre la expresión de violencia de género y los rasgos de

personalidad (Krause-Utz et al., 2021) o, variables históricas como haber sufrido maltrato en la infancia (Zhong et al., 2022).

Considerando el capítulo anterior, el estudio neurocientífico permite explorar diferentes características y procesos subyacentes a la violencia de género. La investigación de la cognición social en hombres maltratadores nos permite acercarnos a la raíz de la violencia de género, haciendo especial hincapié en los procesos de empatía, regulación emocional y los pensamientos distorsionados sobre la inferioridad de la mujer y el uso de la violencia. Sin embargo, es importante tener en cuenta las características psicológicas (presencia de trastornos de personalidad o psicopatologías) y el funcionamiento neuropsicológico de esta población, ya que podrían dar cuenta de una alteración en los procesos de la cognición social. Este enfoque integrador nos permite abordar la gran heterogeneidad en los grupos de maltratadores, y profundizar en los posibles factores protectores que pueden ser trabajados en los programas de intervención y de prevención.

Tal y como comentamos en la introducción del presente capítulo, uno de los pilares de la neurociencia social es el estudio de los sistemas biológicos, siendo uno de los más relevantes el estudio del funcionamiento cerebral. Durante la última década, se han hecho grandes esfuerzos por explorar los correlatos neurobiológicos en hombres maltratadores, ofreciendo una nueva mirada a esta línea de investigación. Por ello, dedicaremos el siguiente capítulo a exponer los estudios realizados con hombres condenados por violencia de género y proponer un novedoso paradigma en este campo.

CAPÍTULO 3.
FUNCIONAMIENTO CEREBRAL DE
HOMBRES MALTRATADORES. HACIA LA
CONECTIVIDAD EN ESTADO DE REPOSO

En los últimos 30 años, las técnicas de neuroimagen han ofrecido a los/as investigadores/as de las neurociencias la oportunidad de estudiar cómo funciona y se conectan los distintos sistemas cerebrales (Crosson et al., 2010). En el campo que nos acontece, estudiar los correlatos neurobiológicos del hombre maltratador permite en primer lugar, profundizar en la heterogeneidad fenomenológica y etiológica de la conducta violenta. En segundo lugar, nos aporta nueva información para la caracterización de los hombres maltratadores, contribuyendo así al desarrollo de las intervenciones y los programas de prevención de la violencia de género. En tercer lugar, el uso de las herramientas de neuroimagen aporta objetividad a la evaluación, complementando otras medidas como los autoinformes (Bueso-Izquierdo et al., 2016a).

1. Estudios previos de neuroimagen en hombres maltratadores

Conceptualmente, las técnicas de neuroimagen pueden clasificarse en base a dos enfoques. Por un lado, la neuroimagen *estructural* que permite la visualización y análisis de las características anatómicas del cerebro. Estas son muy útiles para detectar daños o anomalías cerebrales y también permiten analizar distintas propiedades estructurales como el tamaño, volumen o grosor de una región cerebral (Hirsch et al., 2015). Por otro lado, la neuroimagen *funcional* que permite estudiar la actividad hemodinámica o electromagnética *in vivo* mientras los/as participantes realizan una tarea o están en estado de reposo durante la sesión del escáner (Kasai et al., 2015).

1.1. Estudios estructurales en hombres maltratadores

El primer estudio fue realizado en población comunitaria por Zhang et al. (2013). Estos/as autores/as encontraron que los hombres maltratadores con dependencia al alcohol mostraban un menor volumen global e intracraneal de la amígdala derecha en comparación a hombres no maltratadores con adicción al alcohol y controles (hombres sin historial de alcoholismo o violencia). A pesar de que este volumen de la amígdala derecha no se asociaba con medidas de personalidad, sociodemográficas o de violencia, los/as autores/as sugieren que este hallazgo podría estar relacionado con una desregulación de las situaciones estresantes que desembocaría en un uso de la violencia impulsiva (Zhang et al., 2013).

A partir del estudio realizado por Bueso-Izquierdo et al. (2019a) donde quedó demostrado que las anomalías estructurales menores (como ejemplo, asimetría ventricular, quistes sin efecto de masa...), no podían explicar las alteraciones neuropsicológicas ni tampoco las diferencias en actividad funcional en el cerebro de hombres maltratadores, los/as siguientes autores/as se interesaron en investigar si la existencia de alteraciones estructurales podrían estar relacionadas con procesos socioemocionales que subyacen a la violencia de género.

De este modo, el estudio de Verdejo-Román et al. (2019), tenía por objetivo explorar el grosor cortical de las áreas involucradas en el procesamiento emocional de maltratadores en comparación a otros condenados. El estudio reveló por un lado, que los hombres maltratadores presentaban una reducción del grosor cortical del parahipocampo, surco central insular y surco orbitomedial, así como de la corteza cingulada anterior y posterior dorsal. Por otro lado, mostraron que el menor grosor de la corteza cingulada posterior, se relacionaba con un peor reconocimiento emocional. En línea con este hallazgo, un estudio reciente llevado a cabo por Marín-Morales et al. (2022b) encontraron que los hombres maltratadores mostraban un menor volumen del núcleo accumbens y del cíngulo dorsal anterior en comparación a hombres sin historial criminal. Estas diferencias anatómicas en regiones involucradas en la regulación emocional no se encontraron en comparación con otros delincuentes. Además, mostraron que el menor volumen de estas dos regiones cerebrales se relacionaba con un mayor uso de estrategias regulatorias desadaptativas y menor empatía cognitiva.

Teniendo en cuenta lo expuesto, las diferencias estructurales encontradas en hombres maltratadores no son suficientes para explicar las diferencias en la actividad funcional del cerebro, así como tampoco la violencia ejercida. Estas alteraciones no serían específicas de la violencia de género, sino más prevalentes en poblaciones violentas en general. Así mismo, las diferencias en los parámetros estructurales de regiones parecen estar relacionadas con dificultades en el procesamiento emocional y regulación emocional que subyacen a la violencia (Raine, 2019).

1.2. Estudios de activación funcional en hombres maltratadores

Tal y como comentamos en la introducción del presente capítulo, los estudios funcionales permiten observar cómo funciona el cerebro *momento a momento* (Kasai et al., 2015). Hasta la fecha, todos los estudios realizados con hombres maltratadores se han centrado en explorar la *activación cerebral* durante tareas de procesamiento emocional (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2009; 2008), regulación emocional (Marín-Morales et al., 2021) y decisiones morales (Marín-Morales et al., 2022a).

El primer estudio funcional fue realizado por George et al. (2004) en población comunitaria utilizando la tomografía por emisión de positrones (PET). El estudio mostró que los hombres maltratadores con abuso de alcohol mostraban menor captación de glucosa en el hipotálamo derecho así como menor correlación entre áreas cortical y subcorticales en comparación a hombres no violentos con abuso de alcohol y con hombres sin historial de abuso de alcohol o de violencia. Los autores sugieren que estas diferencias podrían estar asociadas a un procesamiento del miedo alterado que facilitaría llevar a cabo actos de violencia doméstica. Posteriormente, Stanford et al. (2007) estudió las funciones ejecutivas y el componente P3 a través de la electroencefalografía (EEG). De acuerdo a la literatura, el componente P3 reflejaría la capacidad de atribuir recursos atencionales (a mayor amplitud, mejor atribución). Así, este estudio mostró que en comparación a controles, los hombres condenados por violencia de género realizaron significativamente peor las tareas de funciones ejecutivas y mostraban una menor amplitud de la P3, yendo en consonancia con estudios previos de hombres agresivos impulsivos (Stanford et al., 2003).

En la última década, la resonancia magnética funcional (fMRI) pasó a ser la técnica más utilizada en el estudio de los correlatos neurobiológicos del hombre maltratador. Se trata de una técnica *hemodinámica* ya que mide diferentes propiedades del flujo sanguíneo y la oxigenación en sangre como resultado de la actividad neural, en otras palabras, se trata de una medida indirecta de la actividad neural (Jafarian et al., 2020). En concreto, la señal hemodinámica más utilizada se conoce como contraste dependiente del nivel de oxígeno en la sangre (BOLD, Box 1).

El grupo de Lee et al. (2009; 2008), fue el primero en medir esta señal BOLD con el objetivo de estudiar el *procesamiento emocional* de hombres maltratadores. En su primer estudio (Lee et al., 2008), emplearon una tarea de stroop emocional para mostrar que ante palabras agresivas, los hombres maltratadores presentaban una menor activación de áreas frontales y mayor activación de áreas límbicas en comparación a hombres sin historial violento. El estudio concluyó que los hombres maltratadores parecen mostrar recursos prefrontales inadecuados para la regulación de la activación límbica generada por los estímulos negativos. En su segundo estudio (Lee et al., 2009), compararon el funcionamiento cerebral de ambos grupos ante imágenes afectivas (neutras, positivas, relacionadas con violencia, y relacionadas con violencia de género). Los hombres maltratadores presentaron mayor activación del hipocampo, giro fusiforme, el tálamo y la corteza occipital ante imágenes amenazantes y también una mayor activación del precúneo ante imágenes de violencia de género. Además, también mostraron una mayor activación del orbitofrontal, cíngulo anterior y corteza parietal inferior ante estímulos positivos. Ambos estudios revelaron que el funcionamiento cerebral de los hombres maltratadores difiere según los estímulos presentados.

BOX 1. SEÑAL BOLD

Las neuronas no almacenan su propia provisión de energía, por lo que necesitan un suministro constante de oxígeno y glucosa para funcionar. El proceso implicado en la unión estrecha entre la actividad neuronal y el flujo sanguíneo se denomina acoplamiento neurovascular y va a ser el que genere la señal BOLD (Armony et al., 2012). A nivel microscópico, cuando un grupo de neuronas se activan, aumenta el consumo de glucosa de dicha región y por lo tanto, aumenta la respuesta hemodinámica, provocando un incremento del flujo y volumen sanguíneo de los capilares adyacentes (Giménez-Navarro et al., 2020, p. 68). El suministro entrante de sangre oxigenada supera con creces la demanda, lo que conduce a un aumento local del nivel de oxigenación del flujo sanguíneo, desembocando en un aumento de la señal BOLD (Gauthier y Fan, 2019). Esta respuesta hemodinámica a la actividad neuronal es un proceso lento que alcanza su máximo aproximadamente 5-6 segundos después del comienzo de la actividad neuronal (Bijsterbosch et al., 2017, p. 2).

Recientes estudios revelan que la señal BOLD refleja principalmente la actividad postsináptica sincronizada. Por tanto, estaríamos midiendo predominantemente la suma de los inputs de un conjunto de neuronas y no tanto los outputs de esas neuronas (Shmuel y Maier 2015). Además de las neuronas, existen otras células que también se relacionan con el flujo sanguíneo, como son los astrocitos, encargados de mediar en el control neuronal de los cambios neurovasculares (Petzold y Murthy, 2011). Por tanto, la señal BOLD sería también una consecuencia de la actividad de las células gliales (Figley y Stroman, 2011).

Esta línea de investigación fue retomada por Bueso-Izquierdo et al. (2016) donde compararon a hombres condenados por delitos de violencia de género frente a hombres condenados por otros delitos. El estudio corroboró que los hombres maltratadores presentaban hiperactivación de áreas prefrontales, del área suplementaria motora e ínsula ante estímulos de violencia (p.ej: imágenes de peleas entre hombres). También mostraron una mayor activación del cíngulo posterior, precuneus y giro angular en los maltratadores ante imágenes de violencia de género. Cabe resaltar que estas áreas cerebrales forman parte de la red neural por defecto (DMN) y que están estrechamente relacionadas con la memoria autobiográfica y el razonamiento emocional y moral (Li et al., 2014).

Posteriormente, Marín-Morales et al. (2021) estudiaron las bases cerebrales de la *regulación emocional* en hombres condenados por delitos de violencia de género. Para ello, compararon la activación cerebral de este grupo, con un grupo de hombres condenados por otros delitos y un grupo de hombres sin historial criminal durante una tarea de regulación emocional. Durante la realización de esta tarea tenían que observar (visualizar pasivamente), experimentar (incrementar su estado emocional) o suprimir (reducir su estado emocional) sus emociones durante la visualización de imágenes neutras, negativas y de violencia de género. El estudio reveló en primer lugar, que los hombres maltratadores presentaban diferencias en la activación funcional no solo dependiendo del objetivo (suprimir o experimentar), sino también dependiendo del estímulo (negativos o de violencia de género). Concretamente, mostraron menor activación de la SMA a la hora de incrementar sus emociones ante imágenes de violencia de género, e hiperactivación de la corteza prefrontal ventrolateral a la hora de suprimir el estado emocional ante imágenes de violencia de género. Además, la activación de estas regiones, correlacionó con medidas de regulación desadaptativas, así como con una menor empatía.

Finalmente, los/as mismos autores/as investigaron *la toma de decisiones morales* en hombres maltratadores (Marín-Morales et al., 2022a). El grupo de hombres condenados por delito de violencia de género fue comparado con otro grupo de hombres condenados por otros delitos ante una tarea de dilemas morales relacionados con violencia de género. El estudio reveló que tanto los hombres maltratadores como los otros delincuentes mostraron activación de la DMN ante dilemas de violencia general, sin embargo ante dilemas de violencia

de género, únicamente el grupo de maltratadores no activaba la DMN. Esta red neural desempeña un papel fundamental en el juicio moral (Reniers et al., 2012), en la teoría de la mente y empatía (Doyurter et al., 2016). Marín-Morales et al. (2022a) hipotetizan que la no-activación de la DMN ante dilemas de violencia de género podría interpretarse como una falta de conflicto moral para los hombres maltratadores.

En resumen, los resultados de estos estudios ponen de manifiesto los siguientes hallazgos:

- Los hombres condenados por violencia de género muestran una activación cerebral diferente durante procesos emocionales y morales en comparación con hombres condenados por otros delitos y hombres sin historial delictivo.
- El funcionamiento cerebral es específico cuando los maltratadores procesan, regulan o toman decisiones morales sobre situaciones de violencia de género.
- Las principales diferencias en la activación cerebral están recogidas en regiones prefrontales (VLPFC y DLPFC, OFC), subcorticales (amígdala, hipocampo), ínsula y en la red neural por defecto (PCC, precúneo y giros angulares).

2. Integración funcional. Hacia la conectividad cerebral en estado de reposo

Como se ha visto en el apartado anterior, hasta la fecha, todos los estudios centrados en el hombre maltratador han explorado la *activación cerebral* durante tareas. Gracias a los avances teóricos sobre el funcionamiento cerebral, sabemos que para que se den estados cognitivos o conductuales coherentes, las regiones cerebrales involucradas deben activarse de forma coordinada (Friston et al., 2019). Esta coordinación se rige por el principio de *integración funcional* y haría referencia a la unión y conexión entre las áreas cerebrales *especializadas*. El planteamiento más utilizado para dar respuesta a la integración funcional es el de *conectividad cerebral*, definida como un patrón de conexiones anatómicas (conectividad anatómica), de relaciones estadísticas (conectividad funcional) o de interacciones causales (conectividad efectiva) entre distintas regiones cerebrales anatómicamente segregadas (Box 2).

La conectividad cerebral puede ser estudiada tanto en estudios de RMNf en tareas (fMRI-tarea), o mediante el paradigma de estado en reposo (fMRI-en reposo). En este último,

las imágenes cerebrales se adquieren en ausencia de un estímulo o tarea. Generalmente se les solicita a los/as participantes que permanezcan tumbados inmóviles en el escáner, con los ojos abiertos o cerrados (Wei et al., 2018), intentando no pensar en nada. Debido a su fácil y rápida adquisición (normalmente 5-10 minutos), la RMNf-reposo ofrece múltiples ventajas a nivel práctico, como la posibilidad de estudiar la actividad cerebral en niños/as o pacientes que de otro modo no podrían completar experimentos largos o realizar tareas complejas (Lee et al., 2013).

La conectividad en estado de reposo se describe comúnmente como la asociación de *fluctuaciones* - u oscilaciones - espontáneas de la señal cerebral de baja frecuencia (<0.1 Hz) (Bijsterbosch et al., 2017, p.9; Fox y Raichle, 2007). El interés por investigarla, parte del supuesto de que estas fluctuaciones son una medida de la actividad intrínseca del cerebro, lo que ofrece información valiosa sobre su arquitectura funcional (De la Iglesia-vaya et al., 2013). Es por ello, que la investigación clínica acoge esta técnica para entender mejor las anomalías

BOX 2. TIPOS DE CONECTIVIDAD CEREBRAL

Conectividad estructural: hace referencia a las relaciones anatómicas entre distintas áreas (Park y Friston, 2013). A través de las imágenes de difusión con tensor de difusión y los métodos probabilísticos de tractografía, se puede estudiar la red estructural del cerebro en términos de tractos de materia blanca que físicamente conectan diferentes regiones cerebrales entre sí (Uddin, 2013).

Conectividad funcional: se trata de un concepto fundamentalmente estadístico y hace referencia a la coincidencia temporal de eventos neurofisiológicos espacialmente distanciados (Friston, 1994). En otras palabras, permite explorar la existencia de patrones de actividad temporalmente coordinados en regiones distantes del cerebro. Se considera que dos regiones muestran conectividad funcional si existe una relación estadística (las más comunes son la correlación o covarianza) entre las medidas de actividad registradas de las mismas (Eickhoff y Müller, 2015). Los análisis de conectividad funcional más utilizados son el análisis de componentes independientes (ICA) que permite estudiar un patrón de comportamiento entre áreas de una misma red, y el análisis de semilla, que consiste en explorar qué regiones del cerebro correlacionan con un área "semilla" que ha sido previamente escogida (Lv et al., 2018).

Conectividad efectiva: hace referencia a la influencia que un conjunto de neuronas ejerce sobre otro conjunto en base a un modelo de red dinámica y causal (Friston, 2011). Este método permite realizar inferencias causales (dirigidas) sobre la arquitectura neural del cerebro a través de diferentes enfoques teóricos, siendo los más utilizados, el método de Causalidad de Granger y el Modelado Causal Dinámico (DCM) (para más detalles ver Friston et al., 2003). Una vez obtenida la señal BOLD y calculada la conectividad funcional entre regiones - *medida observable* - podemos preguntarnos por las *causas latentes* que determinan la conectividad funcional medida (Stephan et al., 2010). Estas causas latentes, hacen referencia a la actividad neuronal y el modo de acceder a ellas es a través de modelos inferenciales (Friston et al., 2013). En definitiva, cuando hablamos de conectividad efectiva hacemos referencia a las *causas latentes* que generan la conectividad funcional - *consecuencias observables* - .

funcionales que subyacen a diferentes estados de un trastorno, lo que en última instancia conduciría, a un biomarcador del funcionamiento cerebral en estado de reposo (Canario et al., 2021; Fox y Greicius, 2010).

Además de las aplicaciones más clínicas, desde la neurociencia social se ha propuesto que la actividad cerebral en reposo se puede relacionar con la cognición social (Fiske y Taylor, 2013, p. 19). Prácticamente toda la actividad humana está moldeada por el contexto social o tiene implicaciones sociales, lo que nos obliga a estar constantemente procesando significados sociales (Klin et al., 2003). De ello se deduce que pensar en las relaciones sociales puede ser una actividad “por defecto” del cerebro humano (Iacobini et al., 2004). Si esto es cierto, los correlatos neurobiológicos que sostienen algunos procesos de la cognición social podrían ser estudiados durante la RMNf-reposo. En respaldo de esta idea, encontramos una amplia literatura que revela un solapamiento entre las redes cerebrales activadas en estado de reposo y las áreas que se activan durante tareas de procesamiento social (Doruyter et al., 2016). Del mismo modo, numerosos estudios que trabajan con población clínica, por ejemplo personas con autismo, esquizofrenia o depresión, muestran que una conectividad intrínseca alterada se relaciona con déficits en diferentes procesos de la cognición social (Lau et al., 2019; Jiménez et al., 2019; Brakowski et al., 2017).

Aproximándonos al campo de la violencia, encontramos una extensa literatura interesada en el estudio de la conectividad en estado de reposo en población violenta, bien con el objetivo de compararla con personas sin historial criminal o, con el objetivo de explorar la relación entre la conectividad intrínseca y rasgos de personalidad, procesos neuropsicológicos o emocionales. La mayoría de estos estudios han sido realizados con personas que presentan rasgos psicopáticos (Korponay et al., 2017; Contreras-Rodríguez et al., 2015; Pujol et al., 2019), población en prisión por haber cometido delitos de violencia (Siep et al., 2019; Leutgeb et al., 2015); y personas con diagnóstico de trastorno antisocial o de la conducta (para revisión más exhaustiva, leer Dugré y Potvin, 2021). Además, es importante comentar que gran parte de esta investigación ha sido realizada con hombres adultos, aunque cada vez hay más interés puesto en mujeres (Yoder et al., 2022), así como en poblaciones más jóvenes (Umbach y Tottenham, 2021; Lu et al., 2021).

A pesar de la gran variabilidad en los resultados, en gran medida debido al tipo de población estudiada, también podemos mostrar una línea de hallazgos común. Concretamente, en comparación a poblaciones sin historial criminal, estos grupos parecen mostrar una conectividad “alterada” de: (1) la DMN, red que sostiene diferentes procesos de la cognición social como la *mentalización social* así como procesos asociados a la moralidad (Raine et al., 2019); (2) conectividades entre regiones prefrontales y áreas subcorticales (amígdala, ganglios basales, hipocampo/parahipocampo), ampliamente estudiadas en la generación y *regulación emocional* (Morawetz et al., 2016a). (3) conectividades entre regiones prefrontales y áreas parietales, que harían referencia a procesos más cognitivos relacionados con la *toma de decisiones*, memoria de trabajo, inhibición y ejecución de conductas dirigidas a un objetivo (Gutiérrez y Solís, 2011). En menor medida también observamos una conectividad alterada de regiones premotoras y sensoriomotoras. Debido a estos hallazgos tan alentadores, esta línea de investigación da un paso más allá proponiendo que la conectividad en estado de reposo podría ser un potencial biomarcador de los procesos subyacentes a la violencia (Romero-Martínez et al., 2019a; Dailey et al., 2018; Chen et al., 2015).

Por todo ello, y trayendo lo expuesto en el capítulo anterior, el estudio de la conectividad cerebral en estado de reposo podría darnos información sobre los mecanismos neurales que sustentan procesos de la cognición social (la toma de decisiones sociales, la mentalización social y la regulación emocional) que, a su vez, estarían a la base de la violencia (Figura 3). Es importante tener en cuenta que la violencia es un concepto muy complejo, y que por tanto uno de los objetivos de la neurociencia es diferenciar entre distintas poblaciones violentas. Pese al notable auge en el estudio de la conectividad cerebral en reposo en personas que ejercen violencia, hasta hoy en día, no existe ningún estudio que haya explorado la conectividad intrínseca en hombres maltratadores.



Figura 3. Relación entre la conectividad en estado de reposo, los procesos de la cognición social y la expresión de la violencia.

II. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

CAPÍTULO 4. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. Justificación

Como se ha expuesto en los capítulos anteriores, la violencia de género es un problema social devastador de carácter estructural (Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez, 2019). La alta incidencia y las graves consecuencias que sufren las mujeres víctimas y su entorno (en especial los/as hijos/as), demandan una aproximación multidisciplinar desde los sectores político-legal, socio-sanitario y educativo (OMS, 2018). En las últimas décadas, el estudio de la violencia de género ha experimentado un aumento extraordinario, tomando cada vez más fuerza el interés por entender los mecanismos sociales, cognitivos y afectivos que promueven la expresión de la violencia de género (Romero-Martínez et al., 2019a). De este modo, uno de los campos de investigación más destacados en la actualidad es la neurociencia social, que propone estudiar los correlatos neurobiológicos del comportamiento violento del hombre maltratador, con el objetivo de adquirir una mejor comprensión de la etiología de la conducta violenta (Bueso-Izquierdo et al., 2016a).

Bajo este modelo, el estudio de la cognición social revela que los hombres maltratadores muestran dificultades a la hora de reconocer emociones en otros/as (Romero-Martínez et al., 2013), así como empatizar y ponerse en el lugar de otras personas (Salas-Picón y Cáceres-Durán, 2017). Estos procesos formarían parte de la mentalización social, definida como la capacidad de entendernos a nosotros/as mismos/as y a los/as demás en términos de estados mentales, emociones, deseos y objetivos (Luyten y Fonagy, 2015). Por otro lado, recientes estudios indican que el comportamiento del hombre maltratador podría estar asociado a una regulación emocional alterada (Shorey et al., 2015). Concretamente, se ha observado que los hombres maltratadores presentan más dificultades a la hora de regular sus emociones negativas mediante la estrategia de reevaluación que consiste en la reinterpretación de la situación emocional (Berke et al., 2019). Finalmente, a pesar de la falta de estudios en hombres maltratadores, los estudios con otras poblaciones muestran que la violencia ejercida está estrechamente relacionada con la toma de decisiones sociales (Decety, 2021) definida como el proceso por el cual las personas toman decisiones que influyen a otras y a sí mismas (Rilling y Sanfey, 2011). Es importante resaltar que estas dificultades parecen ser específicas hacia su pareja o expareja (Loinaz et al., 2021), lo que sugiere que no existe una alteración, sino un procesamiento diferente que podría explicar parte de la conducta

violenta. Estos hallazgos son respaldados por los estudios de neuroimagen que revelan que los hombres maltratadores presentan un patrón de activación cerebral específico ante estímulos de violencia de género durante tareas de procesamiento, regulación emocional (Marín-Morales et al., 2021; Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2009; 2008) y toma de decisiones morales (Marín-Morales et al., 2022a).

A pesar del creciente interés por investigar los mecanismos cerebrales en hombres maltratadores, hoy por hoy, no existen estudios que hayan explorado cómo se conectan e interrelacionan las bases neurales que sustentan estos procesos. Para ello, una de las técnicas más prometedoras es el estudio de la conectividad en estado de reposo. Esta haría referencia a la actividad intrínseca o espontánea del cerebro y permite estudiar la arquitectura funcional del cerebro y su relación con procesos de la cognición social (Doruyter et al., 2017).

Más concretamente, las investigaciones en distintas poblaciones violentas revelan que la conectividad en estado de reposo estaría relacionada con procesos tanto neuropsicológicos como socioemocionales que se encuentran a la base de la violencia ejercida (Siep et al., 2019). Asimismo, encontramos estudios que sugieren que la conectividad en estado de reposo podría ser un potencial predictor de determinados procesos estrechamente relacionados con la violencia (Romero-Martínez et al., 2019a; Dailey et al., 2018; Chen et al., 2015). Por ello, la exploración

de la conectividad cerebral en reposo de las bases neurales (Figura 4) subyacentes a procesos de la cognición social en hombres maltratadores permitirá adquirir un mayor

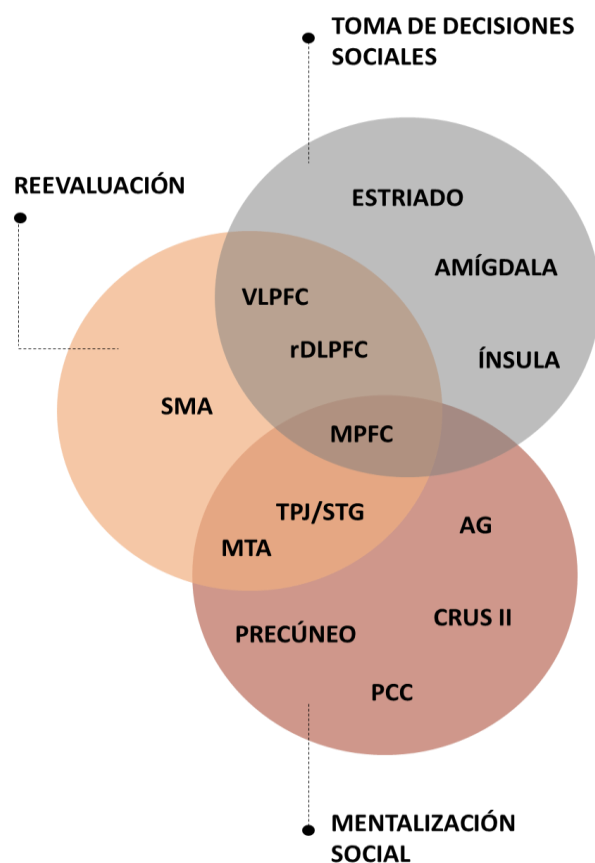


Figura 4. Bases neurales de los procesos estudiados en la presente tesis.

Nota. VLPFC = corteza ventrolateral prefrontal; DLPFC = corteza dorsolateral prefrontal; MPFC = corteza medial prefrontal; SMA = área suplementaria motora; TPJ = unión temporoparietal; MTA = área temporal media; AG = giros angulares; PCC = corteza cingulada posterior

conocimiento sobre los procesos que sostienen la conducta violenta (Bueso-Izquierdo et al., 2016a) y contribuir al desarrollo de herramientas de evaluación y programas de intervención/prevenición para reducir la reincidencia y la violencia (Bueso-Izquierdo et al., 2012).

2. Objetivo general

El objetivo general de esta tesis es estudiar la conectividad cerebral en estado de reposo de hombres condenados por delitos de violencia de género en comparación con hombres sin historial criminal y hombres condenados por delitos distintos a la violencia de género. Concretamente, se estudiará la conectividad intrínseca de los procesos de toma de decisiones, mentalización social y la reevaluación.

3. Objetivos específicos e hipótesis

Del objetivo principal se derivan los siguientes tres objetivos específicos y sus correspondientes hipótesis (Figura 5):

Objetivo 1. Explorar la conectividad *funcional* en estado de reposo de los sistemas cerebrales (reflectivo, impulsivo e interoceptivo) que subyacen al proceso de toma de decisiones en hombres condenados por delitos de violencia de género.

- *Hipótesis 1:* los hombres maltratadores presentarán una conectividad diferente a otros delincuentes y a hombres sin historial criminal entre regiones prefrontales (sistema reflectivo) y regiones amigdaló-estriadas e insulares (sistemas impulsivo e interoceptivo).
- *Hipótesis exploratoria:* La conectividad funcional específica de hombres maltratadores estará asociada a procesos que se han encontrado alterados en esta población. A saber, las funciones ejecutivas (inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y toma de decisiones), procesos socioemocionales (empatía, reconocimiento y regulación emocional y pensamientos distorsionados sobre la mujer y el uso de la violencia) e impulsividad.

Este primer estudio se corresponde con el 5º capítulo de esta tesis y ha sido publicado en la revista Scientific Reports.

Amaoui, S., Martín-Pérez, C., Marín-Morales, A., Bueso-Izquierdo, N., García-León, M. Á., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2022). Resting-state functional connectivity and socioemotional processes in male perpetrators of intimate partner violence against women. *Scientific reports*, 12(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14181-2>

Objetivo 2. Investigar la conectividad *funcional* en estado de reposo de las bases cerebro-cerebelares de la mentalización social en hombres condenados por delitos de violencia de género.

- *Hipótesis 1:* los hombres maltratadores presentarán una mayor conectividad entre el área cerebelar Crus II y regiones de la DMN y la TPJ en comparación con otros delincuentes y hombres sin historial criminal.
- *Hipótesis 2:* La conectividad funcional específica de hombres maltratadores se relacionará negativamente con la empatía, el reconocimiento de emociones y positivamente con los pensamientos distorsionados sobre la mujer y el uso de la violencia.

Este segundo estudio se corresponde con el 6º capítulo y ha sido publicado en Journal of Psychiatric Research.

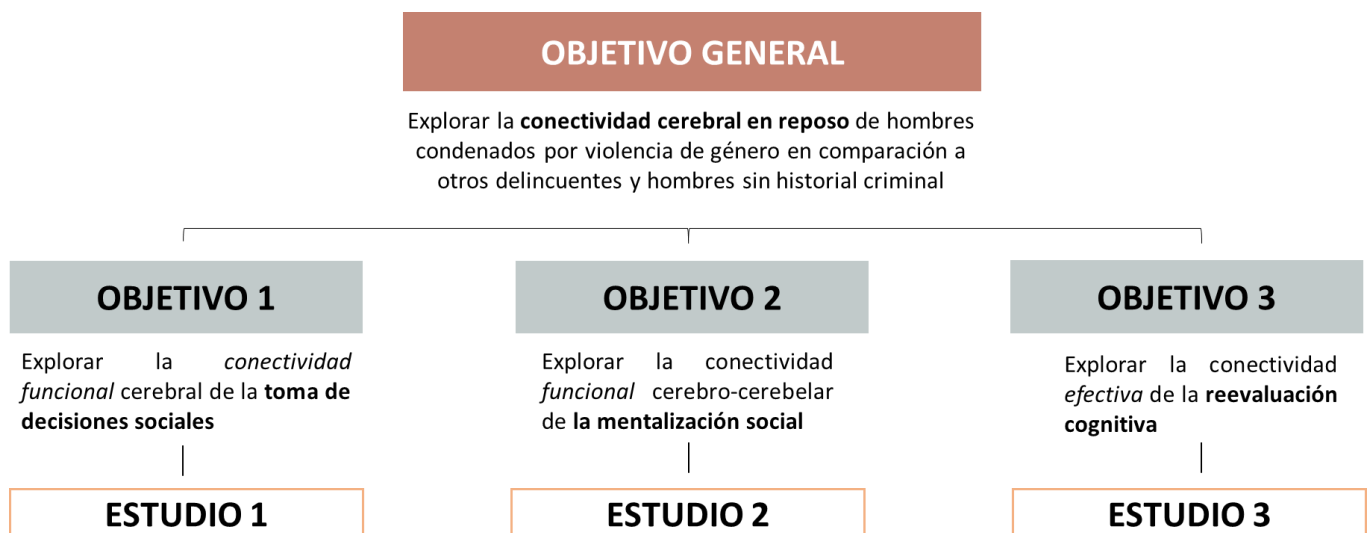
Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2022). Social mentalizing in male perpetrators of intimate partner violence against women is associated with resting-state functional connectivity of the Crus II. *Journal of psychiatric research*, 150, 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.03.044>

Objetivo 3. Estudiar la conectividad *efectiva* en estado de reposo de la red neural que sustenta la estrategia regulatoria de reevaluación en hombres condenados por violencia de género.

- *Hipótesis 1:* los hombres maltratadores mostrarán patrones de conectividad efectiva diferentes entre las áreas cerebrales implicadas en la estrategia de reevaluación, en comparación a los dos grupos control (otros delincuentes y hombres sin historial criminal).
- *Hipótesis 2:* La habilidad de regular las emociones negativas ante estímulos de violencia de género modulará la conectividad efectiva intrínseca de los hombres maltratadores.

Este último estudio se corresponde con el 7º capítulo y se puede encontrar prerregistrado en:

Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., Verdejo-Rmán, J., & Morawetz, C. (2022). Intrinsic neural dynamics underlying the ability to down-regulate emotions in male perpetrators of intimate partner violence against women (en preparación). <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/AUJ2M>



III. MEMORIA DE TRABAJOS

CAPÍTULO 5: RESTING-STATE FUNCTIONAL CONNECTIVITY AND SOCIOEMOTIONAL PROCESSES IN MALE PERPETRATORS OF INTIMATE PARTNER VIOLENCE AGAINST WOMEN

Este capítulo se encuentra publicado en:

Amaoui, S., Martín-Pérez, C., Marín-Morales, A., Bueso-Izquierdo, N., García-León, M. Á., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2022). Resting-state functional connectivity and socioemotional processes in male perpetrators of intimate partner violence against women.

Scientific Reports, 12(1), 1-11.

1. Introduction

Intimate partner violence against women (IPVAW) has become a priority social issue and a major public health concern due to the alarming statistics and severity (Ali & Naylor, 2013). Previous literature has highlighted not only the high prevalence of violence against women globally, but also its adverse physical, psychological, social and economic harm (Wathen et al., 2018; Nathason et al., 2012; Plazaola-Castaño & Pérez, 2004). Due to its complex and multicausal nature, new approaches have been developed to achieve a better comprehension of this specific violence (Corvo & Dutton et al., 2015; Pinto et al., 2010). Neuroscientific advances have offered the opportunity to study brain functioning in male perpetrators as a new key component for IPVAW research (Bueso-Izquierdo et al., 2016a).

Over the last decade, research in IPVAW has focused on studying different processes such as social decision-making in order to understand why male perpetrators engage in violence against their female intimate partner (Marín-Morales et al., 2022a). Social decision-making is defined as the process by which people make decisions that affect others as well as themselves (Rilling & Sanfey, 2011), which is crucial for adaptive social interactions (Fehr & Camerer, 2007). According to the Triadic Reflective–Impulsive–Interoceptive Awareness Model (Turel & Bechara, 2016) decision-making is sustained on the basis of three differentiated but dependent systems. First, the Reflective prefrontal brain system which is involved in executive functions, cognitive and emotional control (Siddiqui et al., 2008). Second, the Impulsive amygdala-striatal brain system which coordinates automatic and impulsive behaviors (Yin & Knowlton, 2006a). Finally, the Interoceptive-awareness insular brain system which is implicated in perceiving, processing and representing afferent internal signals (Critchley & Garfinkel, 2017). Alterations in these processes may lead to maladaptive and violent behaviors (Raine, 2019).

Previous literature reveals that male perpetrators present different activation in brain areas within these three systems during emotional processing and emotional regulation fMRI tasks in comparison to other offenders and non-offenders. More concretely, a study of Lee et al. (2009; 2008) demonstrated less activation of prefrontal areas and higher activation of the limbic system (amygdala) and insula in male perpetrators compared to controls in response to aggressive stimuli. Another study demonstrated similar results in male perpetrators in

comparison to other convicted men (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Finally, a recent study showed that male perpetrators present specific prefrontal and amygdalar activation during different emotional regulation processes in comparison to non-offenders and other offenders (Marín-Morales et al., 2021). Interestingly, these few neuroimaging results have been obtained studying brain activation during fMRI-tasks, and no study has explored brain functioning under resting-state. Over the last few years, a new research line interested in studying whether the resting-state functional connectivity (rsFC) could be a predictor of violent proneness has emerged (Romero-Martínez et al., 2019a). In this sense, a recent study has shown that violent men (including male perpetrators) showed different connectivity between prefrontal, amygdalar and insular areas in comparison to non-offenders during a resting-state scan (Siep et al., 2019) and proposes that different types of violence might be associated to different functional connectivity (Raine, 2019). All these studies suggest a different connectivity between prefrontal areas (reflective brain system) and amygdalar and insular areas (impulsive and interoceptive brain systems), underlying an inadequate top-down regulation in male perpetrators.

Therefore, the purpose of this research is to study, for the first time, the resting-state functional connectivity of the brain systems involved in social decision-making (Turel & Bechara, 2016) in male perpetrators and compare it to two groups: men with no criminal records and men convicted for crimes unrelated to IPVAW (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Moreover, as an exploratory aim, we examined the possible association between the specific functional connectivity of male perpetrators and the executive functioning (i.e.: updating process, inhibition, decision-making and cognitive flexibility), and the socio-emotional processes (i.e.: empathy, emotion recognition, emotion regulation, distorted thoughts about women and violence and impulsivity) previously found altered in this population.

To date, there are no previous studies exploring the rsFC in male perpetrators and given the novelty of this line of research, we did not make a priori hypotheses about the specific connections that would be implicated nor about the directionality of effects, however, based on the resting-state literature in violent populations (Romero-Martínez et al., 2019a; Siep et al., 2019) and the studies of brain activation in male perpetrators (Marín-Morales et al., 2022a; 2021; Bueso-Izquierdo et al., 2016a) we hypothesized that male

perpetrators would present a different resting-state functional connectivity in comparison to non-offenders and other offenders, between prefrontal areas (reflective system) and amygdala-striatal and insular areas (impulsive and interoceptive system). As an exploratory hypothesis, we hypothesized that specific functional connectivity in male perpetrators would be associated with executive functions and socioemotional processes.

2. Methods

Participants

The study comprised 84 men (age ranged from 20 to 64 years) divided into 2 convicted groups and a group with no criminal records. The convicted groups involved 26 male perpetrators convicted of intimate-partner violence against women (MPG) and 29 men convicted of crimes other than IPVAW (other offenders group, OOG). The group of 29 non-convicted men was recruited from the general population (non-offenders group, NOG). The minimum sample-size was computed using the statistical tool G* Power (Faul et al., 2007). According to a previous fMRI task-based study (that compared male perpetrators versus other offenders) they found an effect size Cohen's *d* of 0.9, with an expected power of 0.8 and an assumed alpha-level of 0.05, the required sample size must be higher or equal to 25 per group. Authors are aware that this power analysis could be biased as the effect size might be inflated for resting-state studies, but this task-based effect was selected in the absence of previous resting state studies in this specific population.

All the participants met the following inclusion criteria: men aged 18 years old or older. Further inclusion criteria were specific for each group. For the OOG group: being convicted of crimes other than intimate-partner violence (i.e., traffic violation, robbery, scams) and for the NOG group, not having prior criminal records. Finally, for the male perpetrators group, or MPG, they have to: be convicted of an intimate-partner violence crime, regulated by the law of IPVAW in Spain (Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género). The exclusion criteria for all groups included: a history of serious antecedents of psychological and personality problems, neurological illness, illiteracy, head injury, history of drug abuse or dependence according to the DSM-IV and the presence of anomalies or any contraindications to MRI. To be certain that none of the

participants from the non-offenders or the other offenders group had a history of IPVAV, those who obtained a score greater than or equal to 11 on the severity subscale of the Conflict Tactic Scale-2 (Loinaz et al., 2012) were excluded. This cut-off has been used in other studies with male perpetrators (Marín-Morales et al., 2022a; 2022b; 2021; Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Characteristics of the sample are visualized in Table 1.

Procedure

The experimental protocol was approved by the Research Ethics Committee of the University of Granada (number issued: 1000/CEIH/2019), and all methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations. The convicted groups were recruited from the Center for Social Insertion (CSI) in Granada (Spain). Non-offenders were recruited via community advertisement (i.e., social media, academies).

Participants took part in two sessions. In the first session, the interview and tests were administered. During the second, all men underwent an fMRI scan. All participants were invited to collaborate voluntarily and anonymously and signed a written informed consent. They received 50 euros for participating in the study, and no penal benefit was obtained as compensation for the convicted groups.

Materials

The *Interview evaluating the risk of serious couple violence* (Echeburúa et al., 2008) was used to assess socio-demographic information about the perpetrator and the victim, perpetrator's profile, information about the relationship status, types of violence and vulnerability factors for the victim. Further questions regarding childhood violent experiences, the use of different substances and history of head injury were added to the interview.

The Spanish translation of The *Conflict Tactic Scale-2* (CTS-2; Loinaz et al., 2012) was used to evaluate the severity of violence. This scale detects the frequency and the intensity of the violence (both physical and psychological) toward an intimate-partner. It also measures different conflict tactics used inside the relationship. In total, the scale comprises 39 items

and 5 subscales (physical and psychological violence, sexual coercion, damages and negotiation).

A complete battery for the assessment of *executive functions* (updating process, response inhibition, decision making, and cognitive flexibility) and an evaluation of *socioemotional processes* using self-report measures and behavioral task (distorted thoughts about women and violence, empathy, emotion recognition, emotional regulation) and *impulsivity* were performed (Supplementary File 1; Anexo 1). A similar description of the methods can be found in a previously published study that is part of the same research project (Marín-Morales et al., 2022a; 2022b).

Statistical analyses

Demographic and behavioral data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences, version 22 (SPSS; Chicago, IL, USA). ANOVA tests were used to assess potential differences between groups. Due to differences between groups in drug abuse, a variable of severity of drug use was calculated by the sum of the total of affirmative responses to the criteria of substance Use Disorders based on the DSM-IV, and the frequency of drug use ranging from 0 “never” to 6 “everyday”. This drug severity variable was used as a confounding factor in all analyses.

Imaging data acquisition and preprocessing

The resting-state scan lasted 8 min and participants were instructed to lie still with their eyes closed and not move or fall asleep during the whole session. The data were collected on a 3.0 T MRI scanner (Siemens TRIO) located at the Mind, Brain and Behavior Research Center of the University of Granada (Spain). During the acquisition, a T2*-weighted echo-planar imaging (EPI) sequence was obtained through the following parameters: repetition time (TR) = 2.0 s; Echo time (TE) = 25 ms; Field of view (FOV) = 238 × 238 mm; Acquisition Matrix = 68 × 68; thirty-five 3.5 mm axial slices, Voxel Size = 3.5 × 3.5 × 3.5 mm, 240 whole-brain volumes. A sagittal three-dimensional T1 weighted turbo-gradient-echo sequence (TR = 2300 ms; TE = 3.1 ms, FOV = 208; Voxel size = 0.8 × 0.8 × 0.8 mm, Number of slices = 208) was also obtained. Brain structural image allows the checking of gross anatomical

abnormalities and was used during preprocessing to improve normalization of the functional data.

Brain images were preprocessed using the Functional Connectivity Toolbox (CONN) running under Matlab R2017a (MathWorks, Natick, MA). Preprocessing steps included: (1) realignment and slice-timing correction of the functional images (2) outlier detection using ART toolbox (3) denoising of confounding effects using the CompCor strategy, which included 5 principal components from the WM and CSF, 12 motion regressors and regressors of noise components (one for each identified outlier scan during the outlier identification step) and 2 regressors of effect of rest (3) segmentation of structural and functional data (4) coregistration of images using each participant's anatomical scan (5) normalization of the functional images (6) reslice to a 2 mm voxel size in the Montreal Neurological Institute space and spatial smoothing using an 6-mm full-width-at-half-maximum (FWHM) isotropic Gaussian Kernel. Additional steps included denoising with a band-pass temporal filter (0.008–0.09 Hz) and linear detrending term. In order to avoid excessive motion and based on a previous study (Satterthwaite et al., 2013), those participants that presented less than < 4 min of data were excluded. No participant was removed from the analysis for this reason.

Functional connectivity analysis: seed-based analysis

According to the goal of the study, seeds' selection was based on the Triadic Reflective–Impulsive–Interoceptive Awareness Model (Turel & Bechara, 2016). This model proposes three differentiated but dependent systems that play a crucial role in decision-making: the impulsive-amygdala-striatal system, the reflective-prefrontal system and the interoceptive-awareness insular system. As a result, in this first step, we selected 4 main areas from which final seeds would be generated: amygdala, prefrontal area, striatum and insula. According to cytoarchitectonic characteristics and previous functional connectivity studies, 15 seeds were generated from the main 4 areas in MNI stereotaxic space using the MarsBar toolbox for SPM12 (Table 1). More details about seed selection is presented in Supplementary File 2 (Anexo 1).

Table 1. Coordinates and radius for each selected seed

Seeds	Shorthand term		Coordinates			Radius
			x	y	z	
Impulsive system						3.5mm
Centromedial amygdala	R	rCMA	23	-5	-13	
	L	ICMA	-19	-5	-15	
Basolateral amygdala	R	rBLA	29	-3	-23	
	L	IBLA	-26	-5	-23	
Ventral striatum	R	rVS				
Ventral caudate			10	15	0	
Ventral nucleus accumbens			9	9	-8	
Ventral striatum	L	IVS				
Ventral caudate			-10	15	0	
Ventral nucleus accumbens			-9	9	-8	
Reflective system						6mm
Medial prefrontal cortex		MPFC	7	44	-4	
Dorsolateral prefrontal cortex	R	rDLPFC	45	36	16	
	L	IDLPCF	-43	18	29	
Ventrolateral prefrontal cortex	R	rVLPFC	40	30	-16	
	L	IVLPFC	-33	33	-10	
Interoceptive system						2mm
Anterior insula	R	rAI	37	20	-6	
	L	IAI	-34	17	-4	
Posterior insula	R	rPI	40	-6	4	
	L	IPI	-38	-6	5	

Note. Coordinates (x, y, z) are given in Montreal Neurological Institute atlas space (MNI).

3. Results

Demographic data

Male perpetrators (MPG; n = 26), men convicted of crimes other than IPVAV (OOG; n = 29) and men with no criminal records (NOG; n = 29) were compared in relation to sociodemographic variables. There were no between-group differences in age or education level. As expected, differences were found in the severity scale of the Conflict Tactic Scale (Loinaz et al., 2012), demonstrating that MPG reported higher scores in comparison to OOG and NOG. Sociodemographic and crime characterization data are presented in Table 2.

Table 2. Sociodemographic and crime characteristics of MPG, OOG and NOG.

Variables	MPG (n = 26)	OOG (n = 29)	NOG (n = 29)	F/ χ^2	p-value
Age (years)	41.19 (9.71)	38.97 (11.05)	38.28 (8.54)	0.66	.51
Years of education	9.19 (4.30)	9.55 (3.58)	9.86 (2.44)	0.251	.77
Severity (CTS-2)	4.27 (6.27)	0.24 (.51)	0.31 (.93)	11.43	<.0001
Drug severity	1.11 (.40)	1.09 (.36)	0.91 (.33)	2.61	.08
Loss consciousness					
Yes (<30 min)	3.8% (1)	3.4% (1)	0% (0)	2.658	.954
Yes (<15 min)	19.3% (5)	13.7% (4)	20.6% (6)		
No	77% (20)	82.7% (24)	79.3% (23)		
Indirect violence during childhood				1.177	.55
Yes	20% (5)	20.7% (6)	31%(9)		
No	80% (20)	79.3% (23)	69% (20)		
Direct violence during childhood				1.580	.45
Yes	12% (3)	24.1% (7)	24.1% (7)		
No	88% (22)	75.9% (22)	75.9% (22)		
Type of crime					
	PV = 57.7% (15)	SCF = 10.3% (3)			
	PPV = 42.3% (11)	DD = 17.24% (5)			
		GAR = 24.1% (7)			
		DT = 34.5% (10)			
		AA = 3.4% (1)			
		UM = 10.3% (3)			

Note. Except for type of crime, all values are mean (\pm SD). MPG = male perpetrators group; OOG = other offenders group; NOG = non-offenders group; CTS-2 = Conflict Tactic Scale-2; Indirect violence = witnessing violence during childhood; Direct violence = experiencing violence during childhood; PV = psychological violence; PPV = physical and psychological violence; SCF = scams or crimes of forgery; DD = dangerous driving; GAR = Grave assault/robbery; DT = drug trafficking; AA = Attack on authority; UM = unspecified misdemeanor (lost answers).

Seed-based functional connectivity results

Based on the main objective of the study, the results were organized as follows:

Male perpetrators group vs non-offenders group: Regarding the impulsive system, MPG showed higher connectivity between the rBLA seed and temporal pole but lower connectivity between the rCMA seed intraparietal area, fusiform gyrus and occipital area. Moreover, in the reflective system, MPG showed increased functional connectivity between IVLPFC seed and brainstem, bilateral hippocampus and middle temporal area, and between IDLPFC seed and bilateral putamen-caudate. However, lower functional connectivity was found between rVLPFC seed and sensorimotor area, premotor area, intraparietal sulcus and occipital area. Finally, within the interoceptive system, MPG demonstrated higher connectivity between PI seed and bilateral putamen and between IPI seed and bilateral angular gyrus and middle temporal area (Table 3, Figure 1).

Table 3. Significant differences between MPG and NOG in seed-based functional connectivity

Seed	Brain Region	x	y	z	ke	Peak t value	Seed' system
MPG>NOG							
rBLA	Temporal pole	-34	20	-34	111	4.76	Impulsive
IVLPFC	Brainstem	12	-22	-30	234	4.49	Reflective
	Middle Temporal area	-48	-36	-8	167	4.28	
	Hippocampus	-18	-40	0	99	4.38	
	Hippocampus	26	-24	-4	116	4.58	
IDLPFC	Putamen-caudate	-16	12	6	592	4.60	Reflective
	Putamen-caudate	8	0	-4	298	4.97	
rPI	Putamen	-30	0	0	328	4.67	Interoceptive
	Putamen	24	4	-6	164	4.17	
IPI	Angular Gyrus	-50	-54	38	470	4.73	Interoceptive
	Angular Gyrus	62	-56	36	212	4.62	
	Middle temporal area	-56	-40	-8	140	4.68	
MPG<NOG							
rCMA	Intraparietal	30	-80	40	160	5.29	Impulsive
	Fusiform gyrus	36	-56	-14	116	5.21	
	Occipital area	16	-46	-12	112	4.85	
rVLPFC	Sensorimotor area	40	-22	34	150	4.13	Reflective
	Premotor area	44	-4	38	148	5.40	
	Intraparietal sulcus	34	-48	64	117	4.49	
	Occipital area	-38	-86	18	128	4.60	

Note. Coordinates (x, y, z) are given in Montreal Neurological Institute atlas space (MNI). ke = cluster size in voxels; All the results have exceeded the minimum threshold $p < .001$ and number of voxels for each seed; Seed's system = system to which each seed corresponds according to the Triadic reflective-impulsive-interoceptive awareness model; MPG = male perpetrators group; NOG; non-offenders group; rBLA = right basolateral amygdala; IVLPFC = left ventrolateral prefrontal cortex; IDLPFC = left dorsolateral prefrontal cortex; rPI = right posterior insula; IPI = left posterior insula; rCMA = right centromedial amygdala; rVLPFC = right ventrolateral prefrontal cortex.

Male perpetrators group vs other offender group: Regarding the impulsive system, MPG demonstrated higher functional connectivity between the IBLA seed and visual-cuneus. Moreover, in the reflective system, MPG showed higher functional connectivity between the IVLPFC seed and brainstem, bilateral thalamus and insular cortex, between rDLPFC seed and sensorimotor area and between IDLPFC seed and middle temporal gyrus in comparison to OOG. Finally, within the interoceptive system, MPG demonstrated higher connectivity between rPI seed and fusiform gyrus and Heschl gyrus, and between IPI seed and left angular gyrus, middle temporal area, left putamen, cerebellum, dorsolateral cortex and inferior frontal area. MPG did not demonstrate lower functional connectivity than the OOG in any of the selected seeds (Table 4, Figure 1).

Table 4. Significant differences between MPG and OOG in seed-based functional connectivity

Seed	Brain Region	x	y	z	ke	Peak t value	Seed' system
MPG>OOG							
IBLA	Visual - Cuneus	10	-80	18	329	4.76	Impulsive
IVLPFC	Brainstem	4	-20	-32	533	5.77	Reflective
	Thalamus	8	-10	-12	179	4.33	
	Thalamus	-8	-8	0	200	4.40	
	Insular cortex	-32	-20	8	117	4.38	
rDLPFC	Sensorimotor area	30	-16	18	101	5.08	Reflective
IDLPFC	Middle temporal gyrus	-46	-50	16	126	4.35	Reflective
rPI	Fusiform gyrus	-40	-42	-18	161	4.35	Interoceptive
	Heschl Gyrus	-34	-32	4	111	4.19	
IPI	Angular Gyrus	-50	-54	38	276	4.40	Interoceptive
	Middle Temporal area	-56	-40	-8	479	5.42	
	Putamen	-18	6	10	121	4.25	
	Dorsolateral cortex	-30	30	18	162	4.20	
	Cerebellum	28	-66	-46	268	5.42	
	Inferior frontal area	-46	22	14	135	4.70	
MPG<OOG							
No results							

Note. Coordinates (x, y, z) are given in Montreal Neurological Institute atlas space (MNI). ke = cluster size in voxels; All the results have exceeded the minimum threshold $p < .001$ and number of voxels for each seed. Seed's system = system to which each seed corresponds according to the Triadic reflective-impulsive-interoceptive awareness model; MPG = male perpetrators group; OOG; other offenders group; IBLA = left basolateral amygdala; IVLPFC = left ventrolateral prefrontal cortex; rDLPFC = right dorsolateral prefrontal cortex; IDLPFC = left dorsolateral prefrontal cortex; rPI = right posterior insula; IPI = left posterior insula.

Exploratory analyses: correlations between rsFC and behavioral variables in male perpetrators

Exploratory partial Pearson correlations were conducted to explore the associations between specific male perpetrators rsFC and executive functions and socioemotional processes. Regarding executive functions, exploratory correlations showed a negative association between go/no go task and left PI. Regarding socioemotional processes, negative correlations were found between irrational thoughts about women and rsFC of left VLPFC and between cognitive reappraisal and rsFC of the right PI. Also, negative correlation was found between empathy and rsFC of the right PI and between difficulties in emotional regulation and rsFC of the right PI and right CMA. Pearson correlation coefficients of all these correlations ranged between -0.408 and -0.565 . However, none of these results remain significant after Bonferroni correction for multiple comparisons. We additionally report all the

correlational results at an uncorrected significance level of 0.05 in Supplementary File 3 and Supplementary Fig. 1 (Anexo 1). Finally, performance in executive functions and socioemotional measures are summarized in Supplementary File 4 (Anexo 1).

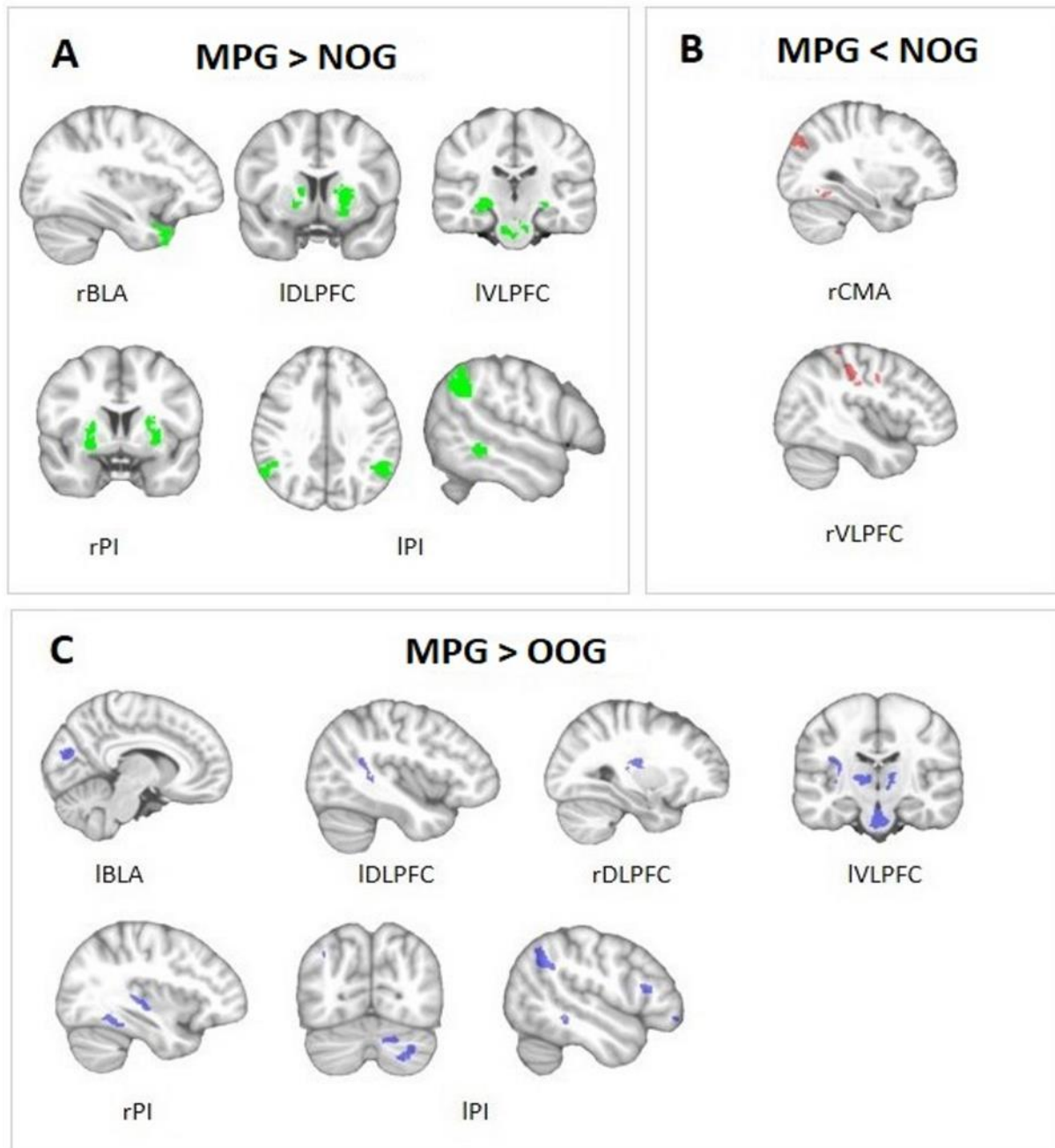


Figure 1. Significant group differences in seed-based analysis.

Note. Each brain image represents the correlations with the seed written below. MPG male perpetrators group, OOG other offenders group, NOG non-offenders group. **(A)** MPG demonstrated higher functional connectivity than NOG between rBLA (right basolateral amygdala) and temporal pole, between IVLPFC (left ventrolateral prefrontal cortex) and brainstem, middle temporal area and bilateral hippocampus, between IDLPFC (left dorsolateral prefrontal cortex) and putamen-caudate, between rPI (right posterior insula) and putamen and finally between IPI (left posterior insula) and bilateral angular gyrus and middle temporal area. **(B)** MPG demonstrated lower functional connectivity than NOG between rCMA (right centromedial amygdala), intraparietal, fusiform gyrus, and occipital area, and between rVLPFC (right ventrolateral prefrontal cortex) and sensorimotor, premotor, intraparietal and occipital areas. **(C)** MPG showed higher functional connectivity in

comparison to OOG between IBLA (left basolateral amygdala) and visual-cuneus, between IVLPFC (left ventrolateral prefrontal cortex) and brainstem, insular cortex and bilateral thalamus, between rDLPFC (right dorsolateral prefrontal cortex) and sensorimotor, between IDLPFC (left dorsolateral prefrontal cortex) and middle temporal gyrus, between rPI (right posterior insula) and fusiform gyrus and Heschl Gyrus, and finally between IPI (left posterior insula) and angular gyrus, middle temporal, putamen, dorsolateral cortex, cerebellum and inferior frontal area.

4. Discussion

The main objective of this research was to study the resting-state functional connectivity underlying the process of social decision-making (Turel & Bechara, 2016) in male perpetrators convicted for an IPVAW crime and compare it to other offenders and non-offenders. Results showed that male perpetrators present different resting-state functional connectivity between brain areas related to impulsive, reflective and interoceptive systems.

Our main hypothesis proposed that male perpetrators would present disruptive resting-state connectivity between the reflective system and the impulsive and interoceptive brain systems in comparison to non-offenders and other offenders. Our results support this hypothesis. First, regarding the *reflective brain system*, male perpetrators presented higher functional connectivity between left ventrolateral prefrontal cortex seed and brainstem, middle temporal and limbic areas. Neuroimaging studies in male perpetrators suggest an inadequate prefrontal control in top-down regulatory control over excessive limbic activation (Lee et al., 2008). Underlying the importance of adding the brainstem to this network due to its critical role in the integration of emotional stimulus (Venkatraman et al., 2017), this result might be pointing out a different resting-state functional connectivity in a vertical-integrative system composed by brainstem, limbic and cortical areas. Along the same line of reasoning, perpetrators showed higher functional connectivity between the reflective left dorsolateral prefrontal cortex seed and dorsal striatum in comparison to non-offenders. Dorsolateral prefrontal cortex is strongly related to the regulation of aggressive behavior (Achterberg et al., 2016), while dorsal striatum has been found related to reinforcement of aggression (Krämer et al., 2007). Together, these two areas have an important role in down-regulation process. Indeed, literature demonstrated that in violent populations, the lateral prefrontal cortex exerts top-down control over subcortical areas such as striatum, in order to suppress output that lead to impulsive responses (Siever, 2008). In addition, male perpetrators demonstrated lower resting-state functional connectivity between right ventrolateral prefrontal cortex seed and primary motor area, premotor area, and intraparietal sulcus. A

recent study showed that a good cognitive and motor control requires the participation of a network comprising prefrontal areas, premotor and motor regions and that weaker connectivity between these areas is correlated with poorer inhibition (Tsvetanov et al., 2018).

Regarding the *interoceptive brain system*, male perpetrators showed higher resting-state functional connectivity between the posterior insula seed and bilateral putamen. This connectivity has been studied in gaming disorders (Hong et al., 2015) and in addiction (Akkermans et al., 2018) demonstrating the strong relation between functional connectivity putamen-insula and the trait of impulsivity, a key component in IPVAW research. Posterior insula has also been found highly functionally connected with posterior areas of the default mode network in male perpetrators. This result is consistent with another study (Bueso-Izquierdo et al., 2016a) where they demonstrated that male perpetrators presented higher activation of the insula, angular gyrus and temporal areas when they viewed images of intimate partner violence. In fact, different studies have confirmed the functional connectivity between posterior insula and posterior areas of the default mode network proposing that self-reference and integrative/interoceptive processes are functionally connected (Harrison, 2011).

In relation to the *impulsive brain system*, male perpetrators presented lower resting-state functional connectivity between right centromedial amygdala seed and fusiform face area, and occipital superior area. These areas have been firmly found related to the emotion recognition process (Herrington et al., 2011). Increased functional coactivation between the fusiform gyrus and amygdala has been demonstrated when participants observed facial expressions of fear, disgust and happiness (Miyahara et al., 2011; Amting et al., 2010). Also, male perpetrators demonstrated higher functional connectivity between left basolateral amygdala seed and left angular gyrus in comparison to non-offenders. The significant higher functional connectivity between these areas has not been assessed in previous studies in violent populations; however they have been found functionally or structurally altered in psychopathic/antisocial populations under moral decision making (Raine, 2019).

Finally, in relation to the exploratory correlations, the results seem to suggest that male perpetrators' intrinsic connectivity might be more associated with socioemotional processes than with executive functions. Emotional regulation, empathy, emotion recognition

and distorted thoughts, are part of what is now known as social cognition. This novel research field is defined as the study of all processes related to how people make sense of the world, events, other people and themselves, focusing on cognitive and affective processes and their corresponding biomarkers (Fiske & Taylor, 2013). Over the last decade, research in male perpetrators has been exploring these processes as mediators (Vecina & Piñuela, 2017; Langer & Lawrence, 2010; Babcock et al., 2008) in IPVAW (Romero-Martínez et al., 2016a; Bennett et al., 2005). Although the correlations do not remain significant after correction for multiple comparisons, these results are intended to support a novel research interest on social cognition in male perpetrators in order to promote further research and future replications (see Supplementary File 4).

The study results should be interpreted with a degree of caution due to several limitations: first, male perpetrators who presented a psychological disorder or had a history of substance abuse were excluded from the study in order to reduce the effect of confounders in the analysis. Second, even if seed-analysis has been one of the most used approaches in fMRI studies in violent populations (Romero-Martínez et al., 2019a), the dependence on the selection of seed makes the analysis vulnerable to bias (Lv et al., 2018). Third, due to the lack of specificity on the hypotheses regarding which connections and directions would be disrupted, the correlation analyses were exploratory in nature. Finally, since there are no previous resting-state studies in male perpetrators, the required sample size was calculated from a single fMRI study that uses a task-based approach comparing male perpetrators versus other offenders (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). This power analysis could be biased and is likely using an inflated effect size, thus, the study may be underpowered. However, it should be noted that there is no neuroimaging study of male perpetrators with larger sample size.

Despite these limitations, this study provides the first evidence that resting-state functional connectivity is different in male perpetrators. These preliminary findings highlight that male perpetrators showed a specific resting-state functional connectivity between the reflective brain system and the impulsive and interoceptive brain systems. More concretely, relevant differences in rsFC have been found between prefrontal and limbic, middle temporal and brainstem areas supporting the idea of an altered top-down regulation (Lee et al., 2008). These results reinforce previous neuroimaging studies with male perpetrators (Marín-

Morales et al., 2022a; Bueso-Izquierdo et al., 2016a) suggesting that this population is different to other offenders. As the authors of the Triadic Model (Turel y Bechara, 2016) reveal, each system can be more complex and connect other brain areas that have not been proposed by the model. Our results seem to support this complexity, emphasizing the specific connectivity between insula and default mode network, and between amygdala and basal ganglia areas, as brain areas specialized in interoception processes. Future research requires replicating the results with more robust analyses and, to take into account other key brain areas such as the default mode network and the cerebellum. Both networks have also been proved to be very relevant in the study of violence (Marín-Morales et al., 2021; Leutgeb et al., 2016). Finally, it is crucial to place emphasis on social cognition processes in IPVAW research. Future steps will be on validating neural models of social cognition in male perpetrators and studying if male perpetrators are not only different to other offenders but also different to other violent men.

This study brings new insights to the study of intimate partner violence. The results reveal that specific functional connectivity of male perpetrators might be related to social processes underlying IPVAW. Studying the brain functioning of male perpetrators will allow us to explore potential brain differences that may act as predictors of this specific violence (Romero-Martínez et al., 2019a). For now, our results reinforce the need to integrate work on cognitive and affective control, empathy and emotional processing in intervention and prevention programs with male perpetrators (Verdejo-Román et al., 2019; Siegel, 2013).

CAPÍTULO 6:

**SOCIAL MENTALIZING IN MALE PERPETRATORS OF
INTIMATE PARTNER VIOLENCE AGAINST WOMEN IS
ASSOCIATED WITH RESTING-STATE FUNCTIONAL
CONNECTIVITY OF THE CRUS II**

Este capítulo se encuentra publicado en:

Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2022). Social mentalizing in male perpetrators of intimate partner violence against women is associated with resting-state functional connectivity of the Crus II. *Journal of psychiatric research*, 150, 264-271.

1. Introduction

Social cognition includes mental operations concerning how we create representations of others and how these representations guide social actions, judgments and perceptions (Fiske and Taylor, 2020; Amodio, 2019). A key aspect of social cognitive functions is social mentalizing, the ability to understand the intentions, causes, emotions and beliefs of another person or the self (Baetens et al., 2014). This mind-to-mind process includes a range of meta-operations such as theory of mind, empathy, emotion recognition and self-reflective function (Adshead et al., 2013). Distortions in mentalizing could cause difficulties in both affective and social processing, and may lead to the emergence of antisocial behaviors such as violence (Möller et al., 2014).

Social mentalizing plays an undeniable role on intimate partner violence against women (IPVAW) perpetration (Misso et al., 2019). According to previous literature, male perpetrators of IPVAW present difficulties in emotional decoding, empathy and theory of mind (Romero-Martínez et al., 2013; Bueso-Izquierdo et al., 2015b; Romero-Martínez et al., 2016a). Moreover, it has been demonstrated that male perpetrators present irrational thoughts about women and the use of violence as an adaptive way of solving problems (for a more comprehensive review, see Ubillos-Landa et al., 2020). All these studies reveal the need for further research on social mentalizing in order to improve intervention programs for male perpetrators of IPVAW crime.

The underlying neurobiology contributing to social cognition in male perpetrators remains poorly understood. To date, only 5 studies have been published in this regard (Lee et al., 2008, Lee et al., 2009; Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Marín-Morales et al., 2021, Marín-Morales et al., 2022a). Their results have shown different brain activation during emotion processing and moral dilemmas in male perpetrators of IPVAW in comparison to other offenders (men convicted for crimes other than IPVAW) and non-offenders (men with no criminal records). In the last decade, resting-state functional connectivity magnetic resonance imaging (rs-fMRI) has rapidly gained traction as a method of brain imaging (Leutgeb et al., 2016). Numerous rs-fMRI studies have identified altered connectivity between brain areas in violent populations (for a more comprehensive review, see Romero-Martínez et al., 2019a). However, there is only one study that has explored the resting-state functional connectivity

(rsFC) of male perpetrators, demonstrating that they present different rsFC between prefrontal, limbic and default mode network areas, and that this specific rsFC was associated with socioemotional processes (Amaoui et al., 2022).

Neuroimaging studies that have attempted to study the process of social mentalizing agree that the key cerebral areas are the temporoparietal junction (TPJ) and the default mode network (DMN) (Li, 2014; Van Overwalle et al., 2015a), which encompasses the medial prefrontal cortex (MPFC), the posterior cingulum cortex (PCC), the middle temporal gyrus (mTG) and parietal areas including the precuneus and bilateral angular gyrus (AG) (Wang et al., 2020). However, a recent meta-analysis has shown the need to consider cerebro-cerebellar connections in such a complex process (Van Overwalle et al., 2015b). In fact, in the last decade, the number of studies focused on exploring the function of the cerebellum in social cognition has increased exponentially, highlighting the anatomical and functional connections between the cerebellum and the default mode network (Habas et al., 2009; Buckner et al., 2011; Yeo et al., 2011; Strata, 2015; Guell., 2018).

This novel literature proposes that the cerebellum modulates cortical activity by generating internal predictions based on the information it receives from the mentalizing regions and sending error signals if there is a mismatch between the predicted social events and actual behaviors (Van Overwalle et al., 2020a). Besides, novel studies have shown that there is an anatomical and functional specificity within the cerebellum, revealing that the Crus II area would show the higher implication on social mentalizing (Van Overwalle et al., 2020b) and presents a greater connectivity with the key cerebral areas (Van Overwalle and Mariën, 2016). In particular, numerous studies assessing processes requiring social mentalizing (Leggio and Olivito, 2018; Ma et al., 2021) have found greater activation of Crus II compared to other cerebro-cerebellar areas. Moreover, functional connectivity research showed that cerebellar Crus II area was specially related to executive network (Habas et al., 2009), and to DMN when social cognition processes are involved (Van Overwalle and Mariën, 2016).

In this study, we aimed to investigate the resting-state functional connectivity of the Crus II in male perpetrators of IPVAW in comparison to other offenders and non-offenders. In addition, we aimed to examine the association between the specific rsFC of the Crus II and social mentalizing processes found altered in male perpetrators. Based on a previous study of

resting-state functional connectivity in male perpetrators (Amaoui et al., 2022), we hypothesized that: (1) male perpetrators will present higher rsFC between Crus II seed and TPJ and DMN areas in comparison to other offenders and non-offenders; (2) The specific rsFC would be negatively associated with empathy and emotion decoding but positively associated with irrational thoughts about women and violence.

2. Methods

Participants

Sample-size was estimated using the statistical tool G* Power (Faul et al., 2007). Based on a previous neuroimaging study of Bueso-Izquierdo et al. (2016a) with an expected power of 0.8, an effect size of 0.9 and an alpha-level of 0.05, the resulting sample size had to be equal or higher to 25 participants per group. Finally, 84 participants were enrolled for this study: 26 men convicted for IPVAW crime (male perpetrators, MPG), 29 men convicted of crimes other than IPVAW crime (other offenders, OOG) and 29 men with no criminal records (non-offenders, NOG). Participants from both convicted groups were recruited from the Center for Social Insertion (CSI) in Granada (Spain). Non-offenders were recruited via advertisement, social networks and academies.

The inclusion criteria were: men aged 18 years or older. More specific criteria were set per study group. For male perpetrators group (MPG): being convicted of an intimate partner violence crime regulated by the Spanish law (de España, 2004, Law 1/2004, Comprehensive Protection Law against Intimate Partner Violence, IPV). This law covers any act of physical, psychological and sexual violence exercised over women by those who are or have been their male spouses or by those who are or have been linked to them by a similar relationship of affectivity, whether they are cohabiting or not. For other offenders group (OOG): being convicted for crimes other than intimate partner violence such as robbery, drug trafficking or traffic violation; and for the non-offenders group (NOG): not having any prior criminal record. Exclusion criteria for all participants were as follows: (a) illiteracy, (b) brain injury that has caused a loss of consciousness of more than 1 hour (Cohen et al., 2003), (c) antecedents of relevant psychological disorder, (d) history of drug or alcohol abuse (according to the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th ed; DSM-IV) and (e) the presence of anomalies or contraindications to MRI scanning. Also, additional exclusion criteria for other

offenders and non-offenders groups were added in order to control that none of the participants had a history of IPVAV. Based on previous studies (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Marín-Morales et al., 2021, Marín-Morales et al., 2022), those men from the other offenders and non-offenders groups who obtained a score equal or greater to 11 on the severity subscale of the Conflict Tactic Scale-2 (Loinaz et al., 2012) were excluded. Specific information about demographic and crime characteristics of the sample are presented in Table 1.

Participants were invited to participate voluntarily and anonymously according to the Spanish legislation on personal data protection (Organic Law 3/2018, December 5). An informed consent was obtained from each participant prior to entering the study and they received 50 euros for participating in the study at the end of the evaluation. No penal benefit was obtained for the convicted groups. All examinations were approved by the Research Ethic Committee of the University of Granada in Spain (number issued: 1000/CEIH/2019).

Materials

The *Interview evaluating the risk of serious couple violence* (Echeburúa et al., 2008) was conducted to collect socio-demographic information about the perpetrator and the victim, type of violence (physical, psychological and sexual), information about the relationship status, the risk of serious couple violence, and vulnerability factors of the victim. Questions regarding head injury, medication use, childhood trauma (direct and indirect child violence experience) and substance dependence were added. Cronbach α values for the interview was .71.

The *Conflict Tactic Scale-2* (Spanish version, Loinaz et al., 2012) was used to assess the severity, frequency and intensity of the violence in the relationship. It also measures different conflict tactics used inside the relationship. The scale comprises 5 subscales (damages, negotiation, physical violence, sexual coercion and psychological aggression) and two levels of severity (minor or severe). It uses an 8-point Likert scale ranged from 0 “this has never happened” to 6 “more than 20 times in the past year”, and 7 means “not in the past year, but it did happen before”. Cronbach α values for the CTS-2 ranged from 0.34 to 0.94.

The *Inventory of Distorted Thoughts about Women and Violence* (IPDMV; Echeburúa & Fernández-Montalvo, 1997) is a self-report inventory to measure irrational thoughts. The inventory is divided in two subscales: 13 items related to irrational thought about sexual roles

and inferiority of women (IPDM) and 16 items related to the use of violence as a correct method of conflict resolution (IPDV). Cronbach α values were 0.662 and 0.519 respectively.

The *Interpersonal Reactivity Index* (IRI) by Pérez-Albéniz et al. (2003) was conducted to assess empathy as a self-report measure. Two subscales were used in this study: cognitive empathy (composed of perspective taking and fantasy subscales) and affective empathy (composed of empathic concern and personal distress subscales), with a Cronbach α ranging from 0.56 to 0.70.

The *Eyes Test* of Fernández-Abascal et al. (2013) is a conductual task used to evaluate the ability to recognize complex mental states expressed by human eyes. It consists of 36 photographs of eyes and in each item participants are instructed to choose among four descriptors based on what they think the person in the photography is feeling. Each item is scored as correct or incorrect. Consequently, the higher the score, the greater is the ability to recognize emotions. This task present a test-retest value of 0.63.

Table 1. Sociodemographic and crime information of MPG, NOG and OOG.

Variables (Mean (SD))	MPG (n = 25)	OOG (n = 29)	NOG (n = 28)	F/ χ^2	p-value
<i>Sociodemographic information</i>					
Age (years)	41.20 (9.91)	39.00 (11.05)	37.80 (8.02)	0.928	0.40
Years of education	9.00 (4.28)	9.55 (3.58)	9.79 (2.45)	0.324	0.72
Drug severity	1.11 (0.41)	1.09 (0.36)	0.91 (0.34)	2.58	0.08
Loss consciousness					
Yes (<30 min)	4% (1)	3.4% (1)	0% (0)	1.645	0.801
Yes (<15 min)	20% (5)	13.8% (4)	21.4% (6)		
No	76% (19)	82.8% (24)	78.6% (22)		
Prescribed medication					0.263
Yes	41,7% (10)	24,1% (7)	14,3% (4)		
No	12,5% (3)	13,8% (4)	14,35 (4)		
No medication	45,8% (11)	62,1% (18)	71,4% (20)		
Direct violence during childhood				1.675	0.433
Yes	12% (3)	24.1% (7)	25% (7)		
No	88% (22)	75.9% (22)	75% (21)		
Indirect violence during childhood				1.389	0.499
Yes	20% (5)	20.7% (6)	32.1%(9)		
No	80% (20)	79.3% (23)	67.9% (19)		
<i>Crime characterization</i>					
CTS-2					
Severity of violence	4.32 (6.39)	0.24 (0.51)	0.32 (0.95)	5.02*	<0.01

Physical aggression	2 (2.02)	0.24 (0.51)	0.32 (0.94)		
Psychological aggression	3.52 (2.28)	1.55 (1.62)	1.32 (1.52)		
Sexual Coercion	0.68 (1.22)	0.7 (0.26)	0.14 (0.36)		
Injury	0.88 (1.51)	0.21 (0.77)	0.11 (0.42)		
Negotiation	4.16 (1.67)	4.41 (1.57)	4.96 (1.37)		
Type of crime					
	PV = 56% (14)	SCF = 10.3% (3)		2.619	0.106
	PPV = 44% (11)	DD = 17.24% (5)			
		UM = 10.3% (3)			
		GAR = 24.26% (7)			
		DT = 34.5% (10)			
		VF = 3.4% (1)			
Social mentalizing measures					
IPDMV					
IPDV	2.92 (2.18)	3.76 (2.82)	1.75 (1.29)	5.976*	0.002
IPDM	3.84 (3.41)	4.69 (2.97)	2.93 (2.00)	2.755	0.065
IRI					
Cognitive empathy	36.56 (6.63)	42.00 (6.15)	43.75 (7.68)	7.817*	<0.01
Affective empathy	37.24 (6.83)	40.34 (5.03)	38.71 (5.00)	2.053	0.164
Eyes' Test					
Emotion recognition ¹	19.33 (4.78)	19.40 (4.36)	20.56 (4.41)	0.695	0.061

Measures of loss consciousness, violence during childhood and type of crime on (% [n]). MPG = male perpetrators group; OOG = other offenders group; NOG = non-offenders group; CTS-2 = Conflict Tactic Scale-2; Drug severity variable (log10 normalized); PV = psychological violence; PPV = physical and psychological violence; SCF = scams or crimes of forgery; DD = dangerous driving; GAR = Grave assault/robbery; DT = drug trafficking; VF = violent fight; UM = unspecified misdemeanor (lost answers). IPDV = Inventory of distorted thoughts about the use of violence; IPDM = Inventory of distorted thoughts about women; Cognitive empathy = composed of perspective taking and fantasy subscales of the IRI; affective empathy = composed of empathic concern and personal distress subscales of the IRI; Emotion recognition = measured using the Eyes' test. ¹ Lost answers. MPG (N = 15), OOG (N = 15), NOG (N = 16).

MRI data acquisition and preprocessing

Anatomical and resting-state functional MRI were acquired with a 3-T scanner (Siemens TRIO) at the Mind, Brain and Behavior Research Center of the University of Granada (Spain). High spatial resolution T1-weighted anatomic images were acquired in the sagittal orientation using a three-dimensional weighted turbo-gradient-echo sequence (repetition time (TR) = 2300 ms; Echo time (TE) = 3.1 ms, Field of view (FOV) = 208; Voxel size = 0.8 × 0.8 × 0.8 mm, Number of slices = 208) in order to check for any gross anatomical abnormality. Functional MRI data were acquired during a resting-state scan. Participants were instructed to lie still with their eyes close without falling asleep during 8 min. Functional images were acquired using a T2*-weighted echo-planar imaging (EPI) sequence through the following

parameters: TR = 2.0s; TE = 25 ms; FOV = 238 × 238 mm; Acquisition Matrix = 68 × 68; thirty-five 3.5 mm axial slices, Voxel Size = 3.5 × 3.5 × 3.5 mm, 240 whole-brain volumes.

Functional images were preprocessed using the Functional Connectivity CONNv17 Toolbox (Whitfield-Gabrieli and Nieto-Castanon, 2012) running under Matlab R2017a (MathWorks, Natick, MA, USA). Briefly, the preprocessing included the following steps: (a) realignment and slice-timing correction, (b) denoising and outlier detection (c) segmentation, (d) co-registration of each participant's anatomical scan to functional images, (e) normalization, (f) reslice to a 2 mm voxel size in MNI space, (g) smoothing of functional images with a 6-mm FWHM isotropic Gaussian Kernel, (h) temporal band-pass filtering (0.008–0.09 Hz) and linear detrending term. Two subjects, one from the MPG group and one from the NOG group, were excluded because cerebellar images could not be acquired.

Seed definition and functional connectivity analysis

To assess functional connectivity of the Crus II, we performed a seed-based functional connectivity analysis using the functional connectivity CONNv17 Toolbox (Whitfield-Gabrieli and Nieto-Castanon, 2012). Seeds of interest were determined based on the meta-analysis of Van Overwalle et al. (2015). Coordinates from the meta-analysis were transformed to the MNI stereotaxic space. Then, to avoid overlap between seeds, those located less than 8 mm apart were identified and replaced by a new region of interest in the centroid of these seeds. Therefore, from the original 24 seeds, we lasted with 16 seeds. Finally, only those that were localized in Crus II were selected.

In total, 2 Crus II seeds were defined in each cerebellar hemisphere using a 5-mm radius sphere: left posterior Crus II ($x = -13, y = -80, z = -42$), left lateral Crus II ($x = -25, y = -82, z = -38$); right posterior Crus II ($x = 10, y = -79, z = -43$) and right lateral Crus II ($x = 24, y = -82, z = -36$) using the Marsbar Toolbox for SPM12 in MNI stereotaxic space.

Subject specific first-level general linear models (GLM) were defined including the mean activity courses of each seed extracted from the MarsBaR toolbox (<http://marsbar.sourceforge.net>) and nuisance signals as regressors of no interest. Nuisance signals included motion, white matter and cerebrospinal fluid time series. A high-pass filter (128 s) was used to eliminate low-frequency noise. Images were created for each subject by calculating the regression coefficient between all brain voxels and each seed's time series.

In order to investigate group differences in each seed's connectivity, first-level contrast images were included in a separate second-level one-way ANOVA model. Drug severity and age were included as covariates. The imaging results were corrected for multiple comparisons using Monte Carlo simulations using AlphaSim implemented in the RESTplusV1.2 Toolbox. For between-group comparisons, Alphasim input parameters included a whole brain mask (242 545 voxels; $2 \times 2 \times 2$ mm), a cluster connection radius of 5 mm, and results were significant at an α value of 0.025 and an individual voxel threshold probability of $p < .001$. The resulting minimum cluster size was different for each seed; for left posterior Crus II was 103 voxels (824 mm³), for left lateral Crus II was 93 voxels (744 mm³), for right posterior Crus II was 95 voxels (760 mm³) and for right lateral Crus II was 97 voxels (776 mm³).

Statistical analyses

Demographic and behavioral data were analyzed using Jamovi (Version 1.6, The jamovi project, 2021). ANOVA tests were conducted to assess differences between groups. Only group differences were found in drug consumption, therefore, a variable of drug severity was created by the sum of the criteria of the DSM-IV for alcohol and drugs, including frequency and intensity of the consumption. Then, this variable was normalized and used as a confounding variable in all analyses.

Additionally, we tested if the specific rsFC of the Crus II in male perpetrators correlated with social mentalizing measures. For this purpose, the database was imputed (5.8% missing values) using the algorithm of the missforest package (Stekhoven and Bühlmann, 2012). Then, Spearman partial correlations were conducted between the extracted values of each rsFC and the behavioral measures (distorted thoughts about women and the use of violence, cognitive empathy, affective empathy and emotion recognition) controlling for age and drug severity. The correlational analyses were considered significant at a threshold at $p < .05$. Finally, Fisher r-to-z transformation was performed to calculate between-group interactions in these correlations.

3. Results

Demographic data and crime characteristics

Groups did not differ in age, education level, type of crimes and child violence experience. Differences were found in the severity subscale of the Conflict Tactic Scale (CTS-2), where male perpetrators showed significantly higher scores in comparison to other offenders and non-offenders (Table 1).

Between-group differences in functional connectivity

Male perpetrators group (MPG) > non-offenders group (NOG). MPG showed higher functional connectivity between left posterior Crus II and left parahippocampus/hippocampus. Moreover, MPG showed higher functional connectivity between right posterior Crus II and right precuneus, right angular gyrus (AG), left posterior cingulum cortex and bilateral parahippocampal. Finally, male perpetrators demonstrated also higher functional connectivity between right lateral Crus II and mid-temporal gyrus (mTG). There were no group differences in left lateral Crus II functional connectivity. NOG did not demonstrate higher functional connectivity than MPG in any of the seeds (Table 2 and Figure 1).

Male perpetrators (MPG) > other offenders group (OOG). MPG demonstrated higher functional connectivity between left posterior Crus II and bilateral intraparietal sulcus (IPS), left precuneus/parietal superior area and left frontal inferior operculum in comparison to OOG. Moreover, MPG showed higher functional connectivity between right posterior Crus II and cuneus, right mid-occipital area, right fusiform gyrus and left parahippocampal. Finally, MPG demonstrated higher functional connectivity than the non-offenders group between right lateral Crus II and cuneus. Again, there were no differences in left lateral Crus II functional connectivity. OOG did not demonstrate higher functional connectivity than MPG in any of the selected seeds (Table 2 and Fig. 1). Comparisons between other offenders (OOG) and non-offenders (NOG) are described in the Supplementary material 1 (Anexo 2).

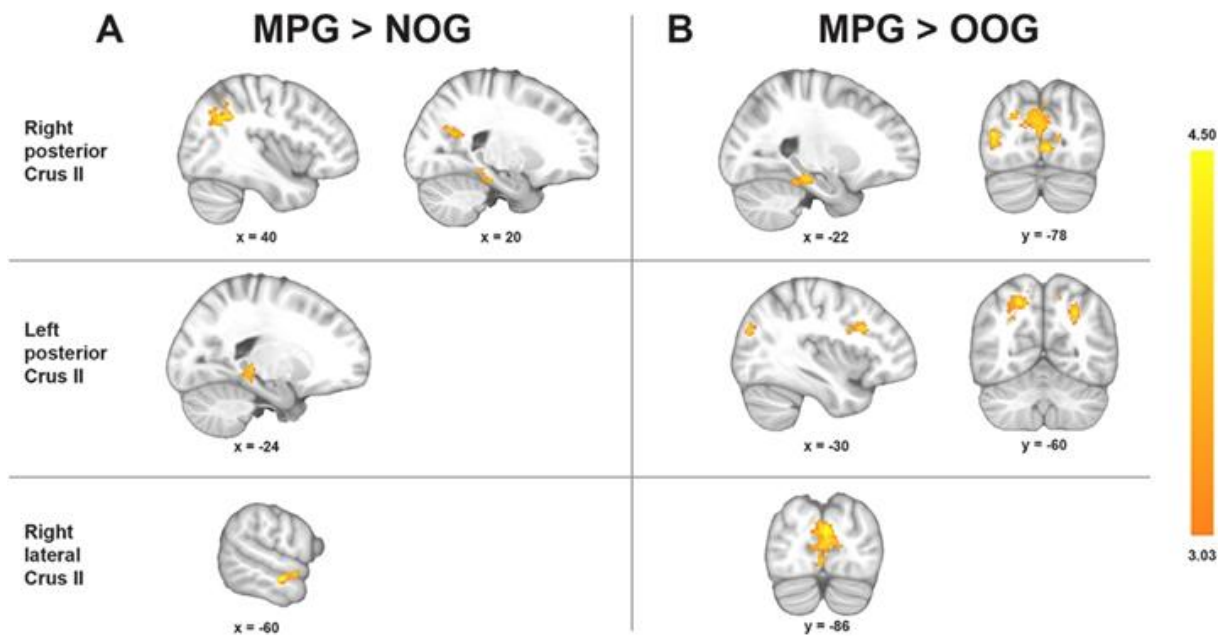


Figure 1. Significant group differences in Crus II seed-based analysis.

Note. Each brain image represents the correlation of the seed written below. MPG = male perpetrators group; OOG = other offenders group; NOG = non-offenders group. A. MPG demonstrated higher functional connectivity than NOG between left posterior Crus II and parahippocampal/hippocampus, between right lateral Crus II and precuneus, angular gyrus, posterior cingulum and parahippocampal, and between right posterior Crus II and mid-temporal gyrus. B. MPG demonstrated higher functional connectivity than OOG between left posterior Crus II and bilateral intraparietal sulcus, precuneus/parietal superior and frontal inferior gyrus, between right posterior Crus II and cuneus, mid-occipital area, parahippocampal and fusiform gyrus, and between right lateral Crus II and cuneus and mid-temporal gyrus.

Correlations with social mentalizing variables in male perpetrators

Functional connectivity between right posterior Crus II and precuneus was found positively correlated with irrational thoughts about women only in male perpetrators ($r = 0.430$, $p = .041$). This correlation was found inverse in non-offenders ($r = -0.480$, $p = .013$). The comparison between these correlations showed a significant difference (z score = 3.43, $p < .001$). This correlation was not found significant in the other offenders group.

Functional connectivity between right lateral Crus II and mid-temporal gyrus was negatively correlated with affective empathy in male perpetrators ($r = -0.458$, $p = .028$). This correlation was not found significant in any of the other two groups. Direct comparison between these correlations (MPG vs NOG) revealed a significant difference (z score = -2.05 , $p < .05$) (see Fig. 2). Specific information about the scores in all scales are presented in Table 1.

Table 2. Significant differences between male perpetrators (MPG), non-offenders (NOG) and other offenders (OOG) in functional connectivity.

Seed	Brain Region	x	y	z	ke	Peak t value
MPG>NOG						
L posterior Crus II	Parahippocampal/hippocampus	-22	-34	-10	136	4.46
R posterior Crus II	Precuneus	20	-64	24	248	4.32
	Angular gyrus	42	-50	32	240	4.33
	Parahippocampal	-18	-36	-8	217	5.58
	Posterior cingulum	-8	-44	20	151	4.78
	Parahippocampal	18	-36	-16	113	4.39
R lateral Crus II	Mid-temporal gyrus	-60	-14	-14	126	4.60
MPG>OOG						
L posterior Crus II	Intraparietal sulcus	-26	-62	42	296	4.49
	Intraparietal sulcus	22	-60	48	269	4.60
	Precuneus / parietal superior	-18	-74	52	161	4.46
	Frontal inferior gyrus	-36	14	28	150	4.29
R posterior Crus II	Cuneus	-4	-82	20	1152	4.66
	Mid occipital	42	-76	6	393	4.72
	Parahippocampal	-22	-28	-16	260	4.58
	Fusiform gyrus	36	-48	-12	192	4.64
R lateral Crus II	Cuneus	-4	-86	18	841	5.06

Note. Coordinates (x, y, z) are given in Montreal Neurological Institute atlas space (MNI). ke = cluster size in voxels.

4. Discussion

The goal of this study was to investigate Crus II resting-state functional connectivity in male perpetrators in comparison to non-offenders and other offenders, and how it relates to social mentalizing processes. We observed hyperconnectivity of the Crus II with parahippocampal/hippocampus, default mode network, intraparietal sulcus and occipital areas in male perpetrators. We also found that the specific resting-state functional connectivity in male perpetrators was associated with irrational thoughts about women and with affective empathy.

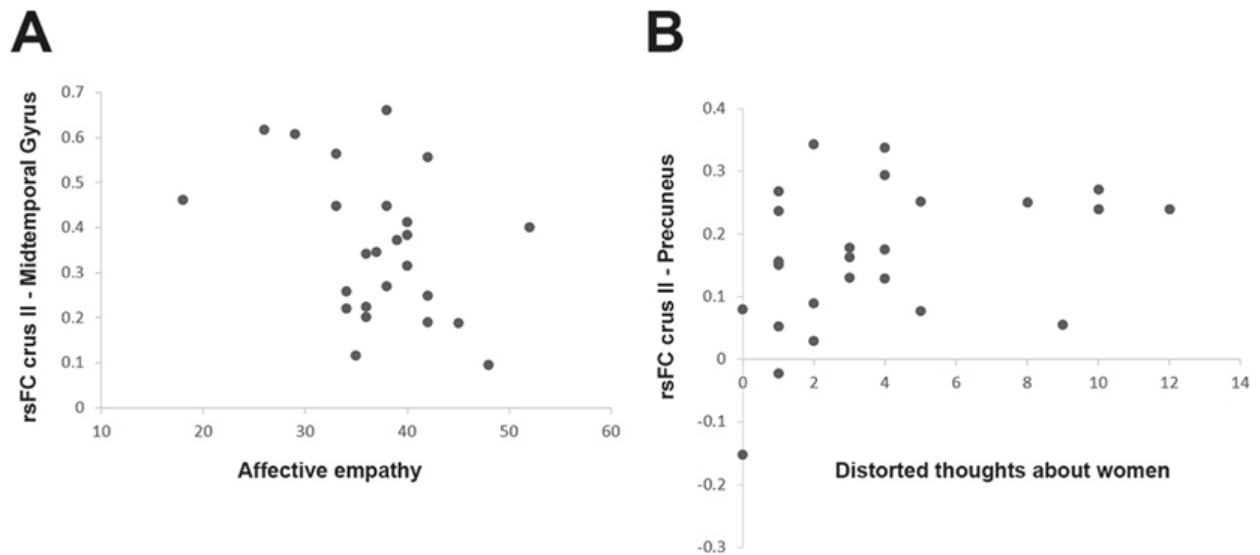


Figure 2. Significant Spearman partial correlations between resting-state functional connectivity and social mentalizing processes in male perpetrators.

Note. Age and drug severity as control variables. MPG = male perpetrators group. A. Negative correlation between resting-state functional connectivity Crus II – mid temporal gyrus and affective empathy. B. Positive correlation between the resting-state functional connectivity Crus II – precuneus and distorted thoughts about women.

Our principal connectivity hypothesis was supported by these results, demonstrating that male perpetrators presented higher resting-state functional connectivity between Crus II and posterior areas of the default mode network in comparison to non-offenders. More concretely, perpetrators showed higher resting-state functional connectivity of the right posterior Crus II seed with the middle temporal gyrus, precuneus, right angular gyrus and left posterior cingulate cortex. This interaction or connectivity and its clinical implications have been widely evidenced (Schmahmann, 2004), and most of the findings converge on the assumption that hypoconnectivity would result in deficits in social mentalizing (Shinn et al., 2015). However, less recognition has been given to the study of cerebellum in non-clinical research and more specifically in forensic research (Demirtas-Tatlidede & Schmahmann, 2013). Only few studies have shown that violent populations exhibit altered resting-state functional connectivity between the cerebellum and the default mode network (DMN) in relation to violent proneness (for a more comprehensive review, see Romero-Martínez et al., 2019a). Furthermore, in a meta-analysis by Klaus & Schutter (2021) it has been demonstrated that the posterior cerebellum (Crus I and Crus II) is co-activated together with the default

mode network during fear and anger processing. We therefore, suggest that higher functional connectivity between the Crus II and the default mode network might be related with difficulties in emotional processing in male perpetrators.

Interestingly, the connectivity in this network did not remain significant when comparing male perpetrators and other offenders. Despite this, perpetrators showed a higher resting-state functional connectivity between right posterior Crus II and bilateral intraparietal sulcus and inferior frontal operculum. These cerebral areas are key regions within the brain networks that monitor executive functions, cognitive control and motor control processes (Hampshire et al., 2010; Bray et al., 2015). Significantly, several studies support the role of the cerebellum in these networks. Indeed, during cognitive tasks (executive functions, working memory and attentional processes), the activation of the cerebellum comes along with the activation of prefrontal and parietal regions (Stoodley, 2012; Leggio & Olivito, 2018; Skouras et al., 2018). The proposed function of the cerebellum in these cognitive processes would consist in detecting errors between the predicted output and the current behavior, and sending back this information to brain areas in order to generate adaptive behavior (Leggio and Olivito, 2018). These results may indicate that the difference in resting-state functional connectivity between other offenders and specific male perpetrators may be located in a more cognitive domain.

Also, male perpetrators showed greater connectivity between Crus II and the parahippocampus/hippocampus in comparison to other offenders and non-offenders. The posterior cerebellum has various anatomical and functional connections with cerebral regions involved in high-level mental processes like emotion regulation (Snow et al., 2014), empathy (Lang et al., 2011), moral judgment and violence (Demirtas-Tatlidede & Schmahmann, 2013). These regions include the limbic system, and more concretely the amygdala and hippocampus (Strick et al., 2009). The higher connectivity found between Crus II, parahippocampus and hippocampus in male perpetrators might be related to difficulties in processing moral emotions (Leutgeb et al., 2016).

These neuroimaging results can be further understood by looking at the correlational results. In fact, it has been found that the higher the resting-state connectivity between the cerebellar Crus II area and posterior default mode network (specifically, precuneus and mid-

temporal gyrus), the greater the number of distorted thoughts about women and the lower the empathy. Literature has shown that the resting-state connectivity between these areas may be a reliable marker of specific cognitive abilities and personality traits that are related to behavior regulation, and more specifically to violent proneness (Romero-Martínez et al., 2019a). These correlations allow us to propose that there is a specific relationship between resting-state connectivity of Crus-II with posterior areas of the DMN and disturbances in social cognition processes that may promote IPVAVW perpetration (Ubillos-Landa et al., 2020; Romero-Martínez et al., 2016a).

There are several limitations to the present study. First, the nature of male perpetrators is very diverse, consequently, in this study we were unable to take into account other relevant variables such as personality characteristics, or other sociocultural variables. Therefore, we propose the need to carry out future studies where these variables could be under consideration. Second, some of the social mentalizing measures are not specific to intimate partner violence and even if significant results have been found, previous literature proposes that the brain activation of male perpetrators is strongly related to intimate partner violence stimuli (Marín-Morales et al., 2021). Third, although seed analysis is one of the most used techniques in the violent population, it is a tool that depends on prior seed selection, which makes results interpretable (Lv et al., 2018).

Despite the above limitations, this is the second study to explore the resting-state brain mechanisms underlying social cognition processes in men convicted of intimate partner violence. The value of studying intrinsic connectivity in violent populations has been widely defended in the literature, not only because it is a neuroimaging tool that allows us to understand how the brain processes social information (Doruyter et al., 2017), but also as a possible marker of violent proneness (Romero-Martínez et al., 2019a). Alterations in the process of social mentalizing could lead to a spiral of behavior that is not only maladaptive, but violent towards other people (Möller et al., 2014). In this study it has been found again that male perpetrators show hyperconnectivity compared to men with no criminal records and men convicted of other crimes.

The most extended research line argues that cerebro-cerebellar hypoconnectivity could underlie alterations in different social cognition processes in people with clinical diagnoses

(Shinn et al., 2015). Although studies with non-clinical populations are scarcer, one would expect to find the same results. However, what we found in male perpetrators is a hyperconnectivity accompanied by significant associations with measures of social mentalizing. One possible explanation is the existence of compensatory mechanisms. This proposal has been taken in violent populations (Leutgeb et al., 2016) and psychopathic criminals (Contreras-Rodríguez et al., 2014). This mechanism would suggest the need of an effort to compensate for deficient coupling between brain areas involved in socioemotional processing (Leutgeb et al., 2016). This is a novel proposal that would require future studies in order to validate it.

We conclude that the cerebellum is a core structure for social cognition processes. More concretely, in this study we found that resting-state functional connectivity between Crus II and default mode network, limbic areas and prefrontal areas is specific of male perpetrators and it is related to social mentalizing processes associated with violent perpetration. Although in this study we focus on Crus II as a specialized area in social mentalizing process (Van Overwalle et al., 2020a, Van Overwalle et al., 2020b), future studies are needed in order to explore the cerebellar functioning of anterior (IV, V and VI) and posterior (Crus I and lobule IX) areas in male perpetrators as a modulator of social processes. Finally, we highlight the great importance of including the work on the different processes of social cognition in intervention programs with male perpetrators and in prevention programs.

CAPÍTULO 7.

INTRINSIC NEURAL DYNAMICS UNDERLYING THE ABILITY TO DOWN-REGULATE EMOTIONS IN MALE PERPETRATORS OF INTIMATE PARTNER VIOLENCE AGAINST WOMEN

Este capítulo se encuentra prerregistrado en OSF:

Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., Verdejo-Román, J., & Morawetz, C. (2022). Intrinsic neural dynamics underlying the ability to down-regulate emotions in male perpetrators of intimate partner violence against women
<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/AUJ2M> (en preparación).

1. Introduction

Intimate partner violence against women (IPVAW) is the most severe expression of inequality and power relations of men over women (World Health Organization [WHO], 2018). According to the last estimates, about 38% of femicides worldwide are committed by male intimate partners, and 22-31% of all women have been subjected to violence from an intimate male partner at least once in their lifetime (WHO, 2018). The societal and personal consequences for survivors of IPVAW are tremendous. Women survivors suffer from life-long physical, sexual and (neuro)psychological sequelae (Fernández-Fillol et al., 2021; Bacchus et al., 2018; Daugherty et al., 2019). These statistics provide compelling evidence for a more detailed understanding of the neural mechanisms underlying IPVAW perpetration in order to predict and prevent this sort of violence (Bueso-Izquierdo et al., 2016b).

The etiologic mechanisms and risk factors implicated in IPVAW are highly diverse (Patrón-Hernández, 2017). Therefore, one efficacious approach to reduce global incidence would be identifying common characteristics. Recent research points to difficulties in emotion regulation among male perpetrators of IPVAW as being one consistent risk factor for the expression of violence (Marín-Morales et al., 2021; Berke et al., 2019). Emotion regulation describes the ability to effectively manage emotional experiences by applying cognitive strategies to either up- or down-regulate their intensity (Gross, 2002). Effective emotion regulation is associated with several positive outcomes, such as improved mental and physical well-being (Singh & Mishra, 2011), adaptive social behavior (Marroquín et al., 2017), and quality of our personal and professional relationships (Fischer et al., 2016). In contrast, emotion dysregulation represents a transdiagnostic factor related to a large diversity of conditions, including major depression, anxiety disorders (Gross & Jazaieri, 2014), substance use disorders (Wilcox et al., 2016), schizophrenia (Horan et al., 2013), and other diagnoses (Aldao et al., 2016). Additionally, deficits in emotion regulation have been associated with lower empathy for others (Zaki, 2020) and greater use of violence to solve conflicts (Robertson et al., 2012).

So far, in particular, one cognitive strategy has been studied most in violent populations, namely reappraisal (e.g., Walker et al., 2022; Barlett & Anderson, 2011). Reappraisal is the reinterpretation of an emotion-eliciting situation in a way that alters its meaning and changes

its emotional impact (Gross, 2015). Behavioral research demonstrates that the use of reappraisal to down-regulate emotions reduces indicators of anger provocation (Mauss et al., 2007) and aggressive behaviors (Shorey et al., 2015; Barlett & Anderson, 2011). These results are in line with studies focusing on intimate partner violence experiences, pointing out that male perpetrators struggle to regulate negative emotions, resulting in violent reactions against their partners (McNulty & Hellmuth, 2008). In addition, studies showed that male perpetrators who used reappraisal to down-regulate anger provocation tended to articulate less aggressive verbalizations (Birkley & Eckhardt, 2019).

At a neural level, a large body of literature examined the neural architecture underlying reappraisal (e.g., Morawetz et al., 2020; Langner et al., 2018; Kohn et al., 2014). Reappraisal is based upon a wide-spread network including frontal and temporoparietal regions: the ventrolateral and dorsolateral prefrontal cortex (VLPFC and DLPFC) involved in cognitive control and top-down regulation (Sturm et al., 2016), the middle temporal area (MTA) suggested to play an intermediary role between prefrontal and subcortical areas (Ochsner et al., 2012), the supplementary motor area (SMA) associated to emotion processing balance between preparation and behavior (Morawetz et al., 2016), and the temporoparietal junction (TPJ/STG) implicated in self-reference and the attribution of mental states and intentions to others (Schurz & Perner, 2015; Kohn et al., 2014). Notably, a meta-analysis has demonstrated that the large-scale network underlying reappraisal is modulated by the regulation goal (up- or down-regulation) and the stimulus valence (Sokolowski et al., 2022; Morawetz et al., 2017).

While the neural basis of reappraisal in healthy individuals is well understood, literature investigating the neural networks underlying emotion regulation difficulties in male perpetrators is sparse (Marín-Morales et al., 2021). To the best of our knowledge, to date, only one functional magnetic resonance imaging (fMRI) study examined the neural underpinnings of reappraisal in this specific group of men (Marín-Morales et al., 2021). The study showed that during down-regulation condition, male perpetrators reported increased activation of the rVLPFC when viewing IPVAW pictures compared to other offenders. They also exhibited greater activation of the right ventral anterior cingulate cortex and left insula while viewing IPVAW stimuli versus negative stimuli during the down-regulation condition. In addition, a recent resting-state fMRI study (Amaoui et al., 2022) investigated the functional

connectivity in male perpetrators compared to two control groups (non-offenders and other offenders) and reported increased functional connectivity between reappraisal core brain regions, specifically, between MTA, DLPFC and VLPFC and between DLPFC and SMA. These findings suggest that male perpetrators present a specific brain functioning associated to reappraisal strategy.

However, it remains unknown how the ability to down-regulate emotions is related to intrinsic brain connectivity. Moreover, functional connectivity analyses are correlational; thus, no causal (directed) inferences could be drawn about the neural architecture underlying reappraisal in male perpetrators. Using spectral dynamic causal modeling (spDCM; Friston et al., 2014) it is possible to examine brain network dynamics without a task, thereby revealing information about baseline connectivity patterns. This novel technique allows the estimation of effective connectivity parameters such as the connection strength, the directionality and whether a specific connection is more likely to exert an excitatory or an inhibitory effect on another region (Stephan et al., 2010). This neural information could be related to behavioral and cognitive manifestations of emotion regulation difficulties and, in turn, partially explain violent behavior. Given the recent development of the neuroscientific field IPVAV, it could be of particular relevance to use this intriguing possibility of spDCM analysis to identify possible biomarkers that could be used in intervention studies.

The present preregistered study (<https://osf.io/auj2m>) investigates for the first time the effective (directed causal) connectivity at rest within the brain network support reappraisal to down-regulate emotions (obtained from a recent meta-analysis; Morawetz et al., 2022) in men convicted for an IPVAV crime and relates it to the ability to down-regulate emotions. Given the preciousness of a dataset of men convicted for an IPVAV crime, this work represents an extension of the previously published studies (Marín-Morales et al., 2021; Amaoui et al. 2022). In the present research, we aimed to determine whether the task effects (i.e. emotional state ratings obtained during task-based fMRI; Marín-Morales et al., 2021) is – to some extent – related to the effective connectivity of the reappraisal network at rest. To address this issue, spDCM represents the optimal analysis approach. Two groups of men served as a control to determine differences in effective connectivity changes. The first control group consisted of men with no criminal records, and the second control group

included men convicted for crimes other than IPVAW (e.g. drug trafficking, dangerous driving). Given the sparse literature on resting-state brain connectivity of male perpetrators (Amaoui et al., 2022), we hypothesized that: (1) male perpetrators would demonstrate different patterns of effective connectivity within reappraisal brain network compared to both control groups, and (2) that the intrinsic effective connectivity of male perpetrators will be modulated by the ability to down-regulate negative emotions when viewing IPVAW-related stimuli.

2. Methods

Participants

A total of 84 men aged 18 years or older participated in the present study: 26 male perpetrators (MPG; mean age = 41.19, SD = 9.71), 29 other offenders (OOG; mean age = 38.97, SD = 11.05) and 29 non-offenders (NOG; mean age = 38.28, SD = 8.54). Inclusion criteria were defined as follows. The MPG consisted of men convicted of an intimate partner violence crime against women, which, according to Spanish law “covers any act of physical, psychological and sexual violence exercised over women by those who are or have been their male spouses or by those who are or have been linked to them by a similar relationship” (Law 1/2004, Comprehensive Protection Law against Intimate Partner Violence, IPV). The OOG consisted of men convicted of a crime unrelated to IPVAW, such as drug trafficking, dangerous driving or scams. The NOG consisted of men with no previous criminal records. All groups shared the following exclusion criteria: neurological disease, antecedents of drug or alcohol abuse history (based on the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th ed; DSM-IV), illiteracy and the presence of contraindications for the MRI scanning. In addition, participants from the NOG and OOG that obtained a score equal to or greater than 11 on the severity scale of the Conflict Tactic Scale-2 (Loinaz et al., 2012) were excluded. This criterion was added to ensure that none of the participants from both control groups had a previous history of IPVAW (Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Verdejo-Román et al., 2019; Marín Morales et al., 2021; 2022a; 2022b). A detailed description of the sample is shown in Table 2.

This study is part of a larger project approved by the Research Ethics Committee of the University of Granada in Spain (number issued: 1000/CEIH/2019). The participants belonging

to the convicted groups were collected from the Social Integration Centre "Matilde Cantos Fernández" in Granada (Spain). Non-offenders were recruited through academies and social media. Afterwards, they were requested to fill out the informed consent form voluntarily and anonymously (Organic Law 3/2018, December 5). All participants received 50 euros for participating in the study, but no penal benefit was given to the convicted groups.

Questionnaires/Self-report data

Sociodemographic background

The Interview evaluating the Risk of Serious Couple Violence (Echeburúa et al., 2008) was used to assess general sociodemographic information about both the victim and the perpetrator, the violence committed during the relationship, vulnerability factors of the victim, and relationship status were also included. Finally, information was collected regarding other crimes, drug abuse, head injury, and childhood and family support.

Crime characterization

The Spanish version of the Conflict Tactic Scale-2 (Loiñaz et al., 2012) was used to evaluate the severity, frequency and intensity of the violence committed during the last year before the experiment and throughout the whole relationship. It comprises two levels of severity (minor or severe) in 5 different subscales (physical violence, psychological aggression, sexual coercion, damages and negotiation).

Emotion regulation assessment

The Difficulties in Emotional Regulation Scale (DERS; Gratz & Roemer, 2004) in its Spanish version (Hervás & Jódar, 2008) evaluates issues in different emotional regulation aspects through 28 items assessed on a 5- point Likert scale ranging from 1 "almost never" to 5 "almost always". It is composed by the following six subscales: (a) lack of emotional awareness, (b) non-acceptance of emotional responses, (c) difficulty engaging in goal-directed behavior, (d) impulse control difficulties, (e) limited access to emotion regulation strategies and, (f) lack of emotional clarity. In each subscale, the higher the score, the greater the difficulties in emotional regulation.

The *Emotional Regulation Questionnaire* (ERQ; Gross & John, 2003) in its Spanish version (Cabello et al., 2013). It is a 10-item scale designed to measure the tendency to regulate emotions in two ways: cognitive reappraisal (6 items) and expressive suppression (4 items). Participants answer each item on a 7-point Likert scale ranging from 1 “strongly disagree” to 7 “strongly agree”. Within each subscale, the higher the score, the greater the use of the emotional regulation strategy.

Emotion regulation task

The emotion regulation task (Marín-Morales et al., 2021) was adapted from a previous study (Phan et al., 2005). Forty pictures were used as stimuli, divided into 8 neutral pictures, 16 negative pictures unrelated to IPVAW collected from the International Affective Picture System (IAPS; Lang et al., 1997) (e.g. injured animals, men in a war), and 16 IPVAW-related pictures (e.g., men threatening a woman, men hitting their female partner) used in a previous study with the same population (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Three conditions were implemented in the task: (1) In the ‘Observe’ condition, participants had to passively observe neutral pictures, without trying to manipulate their own emotional state. (2) In the ‘Experience’ condition, participants were asked to increase the intensity of their emotional state by using reappraisal strategies viewing negative IPVAW-unrelated pictures or IPVAW-related pictures. Participants were asked to up-regulate the emotional impact by putting themselves in the actors’ position. (3) In the ‘Suppress’ condition, participants were asked to reduce the intensity of their emotional state by using reappraisal strategies while viewing negative IPVAW-unrelated pictures or IPVAW-related pictures. They were instructed to down-regulate the emotional impact by taking an external perspective, distancing from the experience or thinking that the situation is not real. All participants had a pre-scanner training, where they practiced reappraisal strategies.

The task consisted of four blocks for each condition (20 blocks in total). Each block started with the written instruction presented on the screen for four seconds indicating the experimental condition. During the regulation phase, participants had to implement the instructed reappraisal goal or passively observe the pictures for 10 seconds. This was followed by an emotional state rating (5 seconds). Participants had to rate the intensity of the experienced emotion on a scale ranging from 1 (slightly unpleasant) to 5 (very unpleasant).

After each block, a fixation cross was presented in the center of the screen for 10 seconds. The task duration was 780 seconds. Behavioral data from the down-regulation condition were used to create the covariate of interest for the spDCM analysis (section 2.5.1).

MRI data acquisition

All subjects underwent MRI scanning at the Mind, Brain and Behavior Research Center (Granada, España). Resting-state images were acquired using a 3-T Siemens Trio MRI scanner with a 32-channel whole brain coil. First, high-resolution T1-weighted anatomic images were acquired using a three-dimensional weighted turbo-gradient-echo sequence in the sagittal orientation. Acquisition parameters were: Repetition time (TR) = 2300 ms; Echo time (TE) = 3.1 ms, Field of view (FOV) = 208; Voxel size = 0.8 x 0.8 x 0.8 mm, 208 slices. Functional images were acquired using a T2*-weighted echo-planar imaging (EPI) sequence. A total of 240 whole-brain volumes were recorded with the following parameters: TR = 2.0s; TE = 25 ms; FOV = 238 x 238 mm²; Acquisition Matrix = 68 x 68; thirty-five 3.5mm axial slices, Voxel Size = 3.5 x 3.5 x 3.5 mm³. All subjects were asked to close their eyes and try not to think of anything particular during the 8 minutes scan.

Analyses

Behavioral data

Behavioral data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences, version 22 (SPSS; Chicago, IL, USA). ANOVAs or contingency tables (depending on the type of variable) were carried out in order to verify that there were no significant between-group differences in the sociodemographic (i.e. age, drug consumption, brain injury) and crime variables. Differences were found in drug consumption and consequently, a new variable named “drug severity” was created by summing the affirmative responses to the DSM-IV criteria for alcohol and drugs, adding the intensity and frequency of the consumption. Drug severity was used as a control variable in all fMRI analyses.

The emotional state ratings of the emotion regulation task-based fMRI (Marín-Morales et al., 2021) were used to calculate the ability to down-regulate emotions in response to IPVAV-related pictures. This variable was calculated from the down-regulation condition, by

subtracting the mean emotional state in response to negative IPVAW-unrelated images from the mean emotional state while viewing IPVAW-related images. This means that the higher the value, the higher the difficulty to down-regulate the emotional state while viewing IPVAW-related images. This new variable was used as a covariate of interest in the connectivity analyses.

fMRI data

Preprocessing

Brain images were preprocessed using the Functional Connectivity CONNv20b Toolbox (Whitfield-Gabrieli & Nieto-Castanon, 2012) running under Matlab R2020a (MathWorks, Natick, MA, USA). Preprocessing comprised: (1) functional realignment and slice timing correction, (2) outlier detection using ART toolbox, (3) denoising of potential confounding effects using by CompCor procedure, including five principal components from cerebrospinal areas and white matter, 12 motion regressors, (4) translation, three rotation plus their second temporal derivatives) and regressors of noise components (one for each identified outlier scan), (5) segmentation of the structural and functional data, (6) coregistration of functional images using each participant's anatomical scans, (7) normalization of the functional images, (8) reslice to a 2mm voxel size in Montreal Neurological Institute space (MNI) and (9) spatial smoothing using a 6-mm FWHM isotropic Gaussian Kernel. Due to group differences in motion during the scanning, mean motion value was used as a control variable in all subsequent fMRI analyses.

ROI selection

Seven regions of interest (ROIs) representing the brain network supporting reappraisal to down-regulate emotions were selected from a recent meta-analysis by Morawetz et al. (2022), including the left inferior frontal gyrus (LIFG), right inferior frontal gyrus (RIFG), right middle frontal gyrus (RMFG), left medial frontal gyrus (LMeFG), left middle temporal gyrus (LMTG), left superior temporal gyrus (LSTG) and right supramarginal gyrus (RSMG). ROIs were defined as spheres with a radius of 6mm. The MNI coordinates are reported in Table 1 and illustrated in Figure 1. MarsBaR Toolbox was used to extract the time courses for each ROI. First-level maps were estimated in a general linear model (GLM) in SPM12 by including each

ROIs' time courses and nuisance signals (motion, white matter, CSF time series and invalid scans) as regressors of no interest. Finally, a high-pass filter with a 128-second cutoff period was used.

Table 1. Coordinates of Regions of Interest (ROIs)

ROIs	R/L	Shorthand term	MNI Coordinates		
			x	y	z
Inferior frontal gyrus	L	LIFG	-46	28	-8
Inferior frontal gyrus	R	RIFG	50	30	-8
Middle frontal gyrus	R	RMFG	42	24	40
Medial frontal gyrus/SMA	L	LMeFG	-4	12	62
Middle temporal gyrus	L	LMTG	-60	-38	-2
Superior temporal gyrus	L	STG	-42	-56	24
Supramarginal gyrus	R	RSMG	58	-54	38

Spectral dynamic causal modeling

Spectral DCM for resting state fMRI is a Bayesian framework for inferring unobserved (hidden) neural states from measured brain activity (BOLD signal). This analysis estimates effective connectivity parameters: connection strength, directionality and whether a specific connection is more likely to exert an excitatory or an inhibitory effect on a target region (Stephan et al., 2010).

This study examined resting-state effective connectivity using DCM12 implemented in SPM12. Each participant specified a fully connected 7-nodes DCM (49 connections) without exogenous inputs. Unlike stochastic DCM, Cross Spectral Densities (CSD) are used for modelling rs-fMRI data in the frequency domain instead of the time domain. This transformation allows for a more efficient inversion of the full model (Friston et al., 2014). Bayesian Model Inversion (BMI) was based on the standard variational Laplace procedure. This method uses Free Energy as a proxy for (log) model evidence (Zeidman et al., 2019a). As a result, the percentage of variance explained by the model for each participant ranged from 79.24 to 93.54, which reflects good data fits for each estimated model. Specific diagnostics of the success of model inversion for each participant are presented in Supplemental Figures S1 and S2 (Anexo 3).

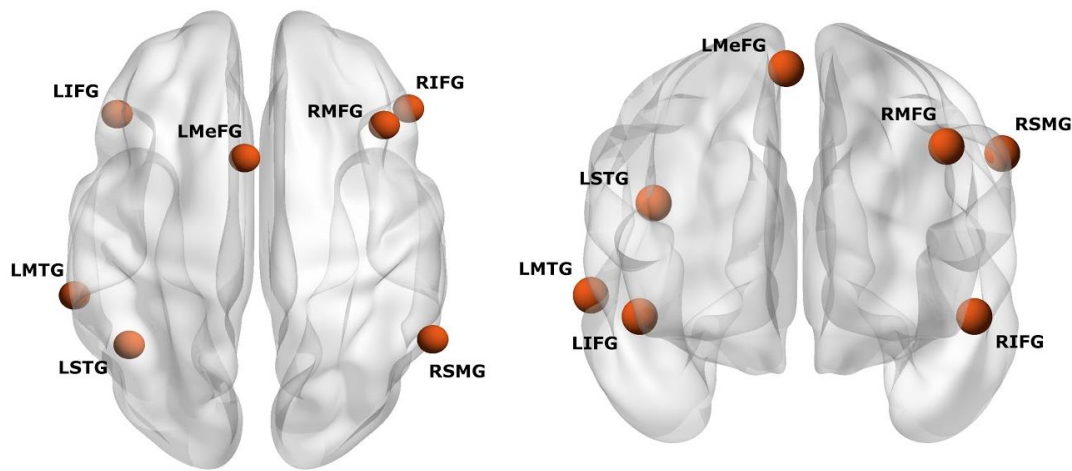


Figure 1. Selected anatomical Region of Interest (ROIs).

Note. 7 ROIs were selected from a recent meta-analysis of Morawetz et al. (2022). ROIs radius of all seeds = 6 mm.

For the second-level analyses, hierarchical models over the parameters were specified within the Parametric Empirical Bayes (PEB) framework (Friston et al., 2016). Three separate Bayesian models were assessed: (1) differences in effective connectivity of MPG versus NOG and OOG, (2) differences in effective connectivity of OOG versus NOG; (3) changes in effective connectivity in male perpetrators modulated by the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures. All models included age, drug severity and mean motion as regressors of no interest. For the first two models, groups were modeled as a covariate of interest. The first two models included a first vector [1 (MPG), 0 (OOG), -1 (NOG)] and a second vector [1 (MPG), -1 (OOG), 0 (NOG)]. The second group model included a first vector [0 (MPG), 1 (OOG), -1 (NOG)] and a second vector [-1 (MPG), 1 (OOG), 0 (NOG)]. The third model included only participants from male perpetrator group. The ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli was first mean-centered (each participant's value minus the mean group) and then included as variable of interest in the model. Bayesian Model Reduction (BMR) was applied to restrict the parameters and connectivity strengths to find the best model to explain the data. This exploratory approach assumes that all reduced models are equally probable a priori and discards those parameters that do not contribute to model evidence (Zeidman et al., 2019b). A Bayesian Model Average (BMA) was calculated, and models were compared using log Bayesian model evidence. A posterior probability of 95% was used as a threshold for inference.

Table 2. Sociodemographic background, crime characteristics and emotion regulation self-reports of the 3 groups

Variables	MPG (n = 26)	OOG (n = 29)	NOG (n = 29)	F/ χ^2	p-value
Sociodemographic background					
Age (years)	41.19 (9.71)	38.97 (11.05)	38.28 (8.54)	0.66	.51
Years of education	9.19 (4.30)	9.55 (3.58)	9.86 (2.44)	0.25	.77
Drug severity	1.11 (.40)	1.09 (.36)	0.91 (.33)	2.61	.08
Loss consciousness					
Yes (<30 min)	3.8% (1)	3.4% (1)	0% (0)	2.66	.95
Yes (<15 min)	19.3% (5)	13.7% (4)	20.6% (6)		
No	77% (20)	82.7% (24)	79.3% (23)		
Crime characterization					
Severity (CTS-2)	4.27 (6.27)	0.24 (.51)	0.31 (.93)	11.43	<.00
Type of crime					
	PV = 57.7% (15)	SCF = 10.3% (3)			
	PPV = 42.3% (11)	DD = 17.24% (5)			
		GAR = 24.1% (7)			
		DT = 34.5% (10)			
		AA = 3.4% (1)			
		UM = 10.3% (3)			
Self-report emotion regulation measures					
DERS*					
Non acceptance of negative emotional responses	12.88 (6.54)	12.61 (5.92)	11.64 (5.18)	.33	.71
Difficulties engaging in goal-directed behaviour	11.76 (4.25)	11.07 (4.35)	11.31 (3.84)	.19	.83
Difficulties controlling impulsive behaviour	11.62 (5.84)	11.72 (5.75)	10.07 (3.23)	.89	.41
Lack of emotional awareness	15.00 (4.63)	12.75 (4.48)	14.79 (3.42)	2.41	.09
Limited access to ER strategies	14.04 (6.48)	13.04 (5.98)	12.52 (5.57)	.41	.67
Lack of emotional clarity	9.08 (3.00)	8.41 (3.49)	8.36 (2.68)	.46	.63
ERQ					
Cognitive reappraisal	30.79 (7.11)	29.59 (6.86)	29.34 (7.46)	.30	.74
Expressive suppression	18.20 (6.09)	16.00 (6.45)	15.28 (5.09)	1.67	.19
Behavioural variable emotion regulation					
Difficulty to down-regulate	.72 (.76)	.60 (.95)	.42 (.84)	.87	.42
fMRI Mean movement	.29 (.13)	.21 (.08)	.22 (.08)	4.61	.01

Note. MPG = male perpetrators group; OOG = other offenders group; NOG = non-offenders group; CTS-2 = Conflict Tactic Scale-2; Drug severity variable (log10 normalised); PV = psychological violence; PPV = physical and psychological violence; SCF = scams or crimes of forgery; DD = dangerous driving; GAR = Grave assault/robbery; DT = drug trafficking; VF = violent fight; AA = Attack on authority; UM = unspecified misdemeanor (lost answers). DERS = the Difficulties in Emotion Regulation Scale; ERQ = Emotion Regulation Questionnaire. * Lost answers. MPG (N = 24), OOG (N = 27), NOG (N = 25).

Predictive validity: cross-validation

To determine if specific male perpetrators' effective connectivity could predict the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures, a leave-one-out cross-validation (LOOCV) analysis was performed (Zeidman et al., 2019b). A PEB model was applied only to connections found significant in the third model (modulation of the effective connectivity within MPG by the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures) using a 95% credible interval of the prediction. This analysis fits all except one subject, and the excluded subject's covariates are predicted. This process is repeated with each subject left out, and the accuracy of the prediction is assessed (95% credible interval).

Pearson's correlation coefficient was calculated ($p < .05$), and those values that remained significant represent which connections larger enough to predict the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli.

3. Results

Behavioral results and self-report measures

There were no between-group differences in any of the sociodemographic variables (age, years of education or head injury). Finally, no significant differences were found between the three groups in the self-report emotion regulation measures nor in the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures tested in the task-based fMRI (Marín-Morales et al., 2021). Results are reported in detail in Table 2. Differences were found in drug severity and mean motion during fMRI scanning. Thus, age, drug severity and motion were used as control variables in the effective connectivity analyses.

Between-group differences in effective connectivity.

Criminal men (male perpetrators and other offenders) versus non-offenders

Male perpetrator group (MPG) versus non-offender group (NOG): Half of the significant connections (5/10) demonstrated increased connectivity in male perpetrators compared to non-offenders. Specifically, male perpetrators showed increased connectivity within frontal areas, from RIFG to LMeFG and from LIFG to RMFG. In addition, increased connectivity was

observed from frontal areas (LIFG) to temporoparietal areas (LSTG and RSMG), while reduced effective connectivity was found from temporoparietal areas (LMTG, LSTG and RSMG) to frontal areas (bilateral IFG and LMeFG) in male perpetrators compared to non-offenders. All connections were inhibitory, except from LMTG to RMFG projection. Of note, LIFG was found to be the brain region with the most input and output connections. Results are shown in Figure 2a and Table 3.

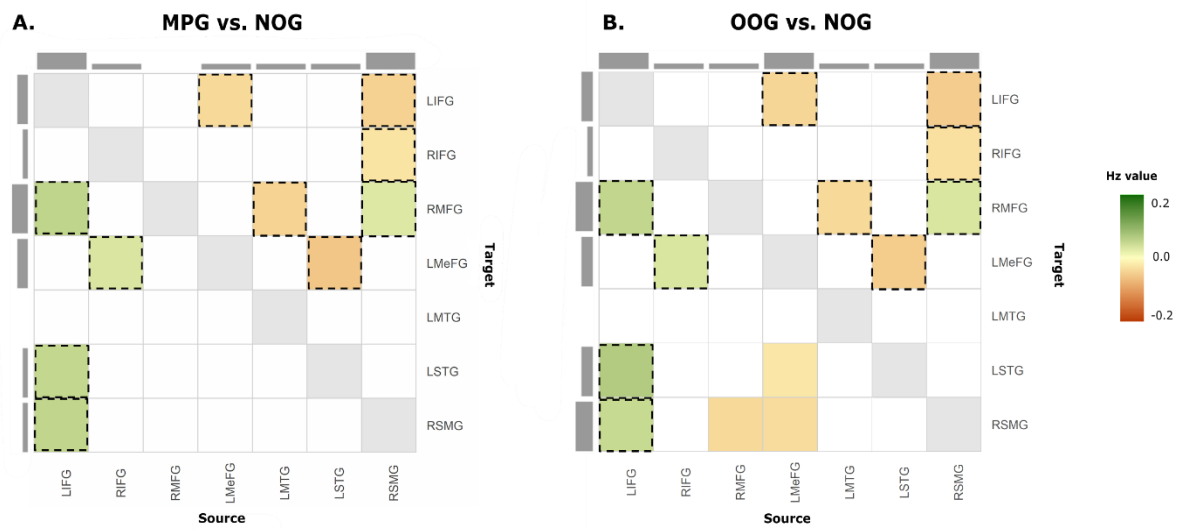


Figure 2. Effective connectivity differences between criminal men and non-offenders.

Note. A. Male perpetrators (MPG) compared to non-offenders (NOG) B. Other offenders (OOG) compared to non-offenders (NOG). Positive values (green) indicate increased connectivity for MPG and OOG compared to NOG. Negative values (orange) indicate reduced connectivity for MPG and OOG compared to NOG. Effective connectivity can be interpreted from source (column) to target (row). The connections highlighted in black are those that overlap in both comparisons.

Other offender group (OOG) versus non-offender group (NOG): The analysis showed a large amount of overlap with the previous comparison. Specifically, other offenders demonstrated increased effective connectivity within frontal regions (from bilateral IFG to RMFG and LMeFG) compared to non-offenders. Moreover, other offenders also showed increased connectivity from frontal (LIFG) to temporoparietal regions (LSTG and RSMG), but decreased connectivity in the opposite direction. Finally, unlike male perpetrators, other offenders also demonstrated decreased connectivity from frontal LMeFG and RMFG regions to temporoparietal areas (LSTG and RSMG) compared to non-offenders. 77% of the connections (10/13) were inhibitory and 33% were excitatory. Results are presented in Figure 2b and Table 3.

Table 3 - Significant differences in effective connectivity between male perpetrators and other offenders compared to non-offenders.

Network	Connectivity		Group comparison	Effect size in Hz	
	Source	Target			
MPG-NOG					
<i>Inhibition</i>	LIFG	→	RMFG	+	0.13
	LIFG	→	LSTG	+	0.13
	LIFG	→	RSMG	+	0.13
	RIFG	→	LMeFG	+	0.08
	RSMG	→	RMFG	+	0.07
	LMeFG	→	LIFG	-	-0.09
	LSTG	→	LMeFG	-	-0.14
	RSMG	→	LIFG	-	-0.11
	RSMG	→	RIFG	-	-0.07
<i>Excitation</i>	LMTG	→	RMFG	-	-0.11
OOG-NOG					
<i>Inhibition</i>	LIFG	→	RMFG	+	0.13
	LIFG	→	RSMG	+	0.12
	RIFG	→	LMeFG	+	0.08
	RSMG	→	RMFG	+	0.08
	LMeFG	→	LIFG	-	-0.10
	LMeFG	→	LSTG	-	-0.10
	LMeFG	→	RSMG	-	-0.09
	RSMG	→	LIFG	-	-0.13
	RSMG	→	RIFG	-	-0.08
	LIFG	→	LSTG	+	0.16
<i>Excitation</i>	LMTG	→	RMFG	-	-0.06
	LSTG	→	LMeFG	-	-0.13
	RMFG	→	RSMG	-	-0.10

Note. MPG = male perpetrator group; OOG = other offender group; NOG = non-offender group; Group comparison always in relation to the convicted groups (MPG and OOG). Increased connectivity in MPG or OOG compared to NOG is represented by "+", while decreased connectivity in MPG or OOG compared to NOG is represented by "-". Left inferior frontal gyrus (LIFG), right inferior frontal gyrus (RIFG), right middle frontal gyrus (RMFG), left medial frontal gyrus (LMeFG), left middle temporal gyrus (LMTG), left superior temporal gyrus (LSTG) and right supramarginal gyrus (RSMG).

Differences between criminal groups

Male perpetrator group (MPG) versus other offender group (OOG): From the total of connections, 60% (12/20) were increased in male perpetrators and 40% were reduced compared to other offenders. Within frontal areas, increased connectivity was found from bilateral IFG to RMFG and LMeFG, while a reverse pattern was found in the opposite direction. No clear pattern was found from frontal to temporo-parietal regions, however, we observe increased connectivity from RMFG and LMeFG to temporoparietal areas, but reduced connectivity from left IFG. Finally, male perpetrators also reported increased connectivity

from temporoparietal areas (LSTG and RSMG) to frontal areas (bilateral IFG and LMeFG). Similar to the previous contrasts, more connections were inhibitory. 60% of all connections modulated by the group factor were inhibitory and 40% were excitatory. Results are shown in Figure 3a and Table 4.

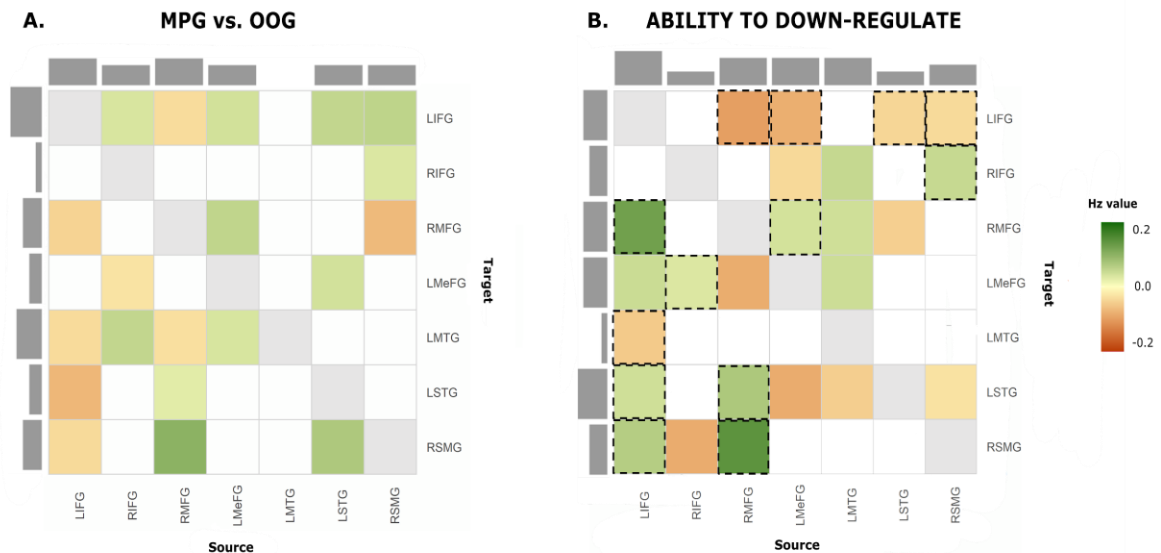


Figure 3. Effective connectivity differences between convicted men and association between the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures and male perpetrators’ effective connectivity.

Note. A. Male perpetrators (MGP) compared to other offenders (OOG). *B.* Association between the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures and specific effective connectivity within male perpetrator group. Positive values (green) indicate increased connectivity for MPG and OOG compared to NOG. Negative values (orange) indicate reduced connectivity for MPG and OOG compared to NOG. Effective connectivity can be interpreted from source (column) to target (row). The connections highlighted in black are those that overlap in both analyses.

Association between the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli and male perpetrators’ effective connectivity.

After determining the neural differences between-groups, we were specifically interested in how the effective connectivity at rest was related to the behavioral ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures within male perpetrator group. The results of this analysis are shown in Figure 3b and reported in Table 5.

Table 4 - Significant differences in effective connectivity between male perpetrators and other offenders.

Network	Connectivity		Group comparison	Effect size in Hz	
	Source	Target			
MPG-OOG					
<i>Inhibition</i>	RMFG	→	LSTG	+	0.06
	LMeFG	→	LIFG	+	0.09
	LMeFG	→	RMFG	+	0.13
	LMeFG	→	LMTG	+	0.08
	LSTG	→	LIFG	+	0.13
	RSMG	→	LIFG	+	0.14
	RSMG	→	RIFG	+	0.08
	LIFG	→	RMFG	-	-0.11
	LIFG	→	RSMG	-	-0.09
	RIFG	→	LMeFG	-	-0.07
	RMFG	→	LIFG	-	-0.09
	RMFG	→	LMTG	-	-0.08
	<i>Excitation</i>	RIFG	→	LIFG	+
RIFG		→	LMTG	+	0.13
RMFG		→	RSMG	+	0.25
LSTG		→	LMeFG	+	0.09
LSTG		→	RSMG	+	0.17
RSMG		→	RMFG	-	-0.18
LIFG		→	LMTG	-	-0.09
LIFG		→	LSTG	-	-0.18

Note. MPG = male perpetrator group; OOG = other offender group. Group comparison always in relation to male perpetrators. Increased connectivity in MPG compared to OOG is represented by “+”, while decreased connectivity in MPG compared to OOG is represented by “-”. Left inferior frontal gyrus (LIFG), right inferior frontal gyrus (RIFG), right middle frontal gyrus (RMFG), left medial frontal gyrus (LMeFG), left middle temporal gyrus (LMTG), left superior temporal gyrus (LSTG) and right supramarginal gyrus (RSMG)

Within the reappraisal network, half of the connections (12/24) were positively associated with the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures. Connections within frontal regions, specifically those coupling the IFG to RMFG/LMeFG, were positively associated. In contrast, connections in the opposite direction (from RMFG/LMeFG to IFG) were negatively associated with the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli. Regarding fronto-temporoparietal projections, connections from LIFG/RMFG to LSTG/RSMG were positively associated. In contrast, projections from RIFG/LMeFG to LSTG/RSMG demonstrated a negative association. Moreover, connections from temporoparietal to frontal regions were negatively associated with the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli, except for LMTG. Finally,

connections within temporoparietal areas were also negatively associated. Overall, 54% connections were inhibitory and 46% were excitatory.

Additionally, from all the aforementioned connections, 13 overlapped with male perpetrators vs other offenders comparison. These connections included: all projections from frontal to temporoparietal regions except for RIFG to RSMG and LMeFG to LSTG, and mostly all within prefrontal connections and from temporoparietal to frontal projections overlapped with the between-criminal group comparison. LIFG node was the brain region presenting most overlap in both contrasts.

Prediction of the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures from effective connectivity of male perpetrators

Finally, we assessed whether the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures could be predicted by the effective connectivity between those areas that survived a threshold of a posterior probability of $>.95$. The LOOCV analysis revealed that effect sizes were large enough to predict the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli with an out-of-sample estimate for five connections: from LMeFG to LSTG, from LIFG to RMFG and, from RMFG to 3 different areas (LSTG, LMeFG and RSMG). In addition, all these connections overlapped with the effective connectivity comparison between MPG and OOG (except for the RMFG to RSMG projection). Results are shown in Figure 4 and reported in Table 6.

Table 5. Significant associations between the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures and effective connectivity in male perpetrators.

Network	Connectivity		Association with covariate	Effect size in Hz
	Source	Target		
<i>Inhibition</i>	LIFG	→ RMFG	+	0.31
	LIFG	→ LSTG	+	0.10
	LIFG	→ RSMG	+	0.16
	RIFG	→ LMeFG	+	0.07
	RMFG	→ LSTG	+	0.18
	LMTG	→ RIFG	+	0.12
	LMTG	→ RMFG	+	0.10
	LMTG	→ LMeFG	+	0.11
	RMFG	→ LIFG	-	-0.24
	RMFG	→ LMeFG	-	-0.21
	LMTG	→ LSTG	-	-0.12
	LSTG	→ LIFG	-	-0.11
	RSMG	→ LIFG	-	-0.09
	<i>Excitation</i>	LIFG	→ LMeFG	+
RMFG		→ RSMG	+	0.35
LMeFG		→ RMFG	+	0.09
RSMG		→ RIFG	+	0.12
LIFG		→ LMTG	-	-0.14
RIFG		→ RSMG	-	-0.21
LMeFG		→ LIFG	-	-0.21
LMeFG		→ RIFG	-	-0.10
LMeFG		→ LSTG	-	-0.21
LSTG		→ RMFG	-	-0.12
RSMG	→ LSTG	-	-0.07	

Note. MPG = male perpetrators group; OOG = other offenders group; NOG = non-offenders group; Association with the covariate: “+” represents a positive association between the specific connectivity and the covariate of interest while “-” represents a negative association between the specific connectivity and the covariate of interest. Left inferior frontal gyrus (LIFG), right inferior frontal gyrus (RIFG), right middle frontal gyrus (RMFG), left medial frontal gyrus (LMeFG), left middle temporal gyrus (LMTG), left superior temporal gyrus (LSTG) and right supramarginal gyrus (RSMG).

Table 6 - Significant associations after cross-validation between the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures and EC in male perpetrators.

Network	Connectivity		Association with covariate	Pearson’s r	p-value
	Source	Target			
<i>Inhibition</i>	LIFG	→ RMFG	+	.47	.01
	RMFG	→ LSTG	+	.38	.03
	RMFG	→ LMeFG	-	.36	.04
<i>Excitation</i>	RMFG	→ RSMG	+	.40	.02
	LMeFG	→ LSTG	-	.36	.04

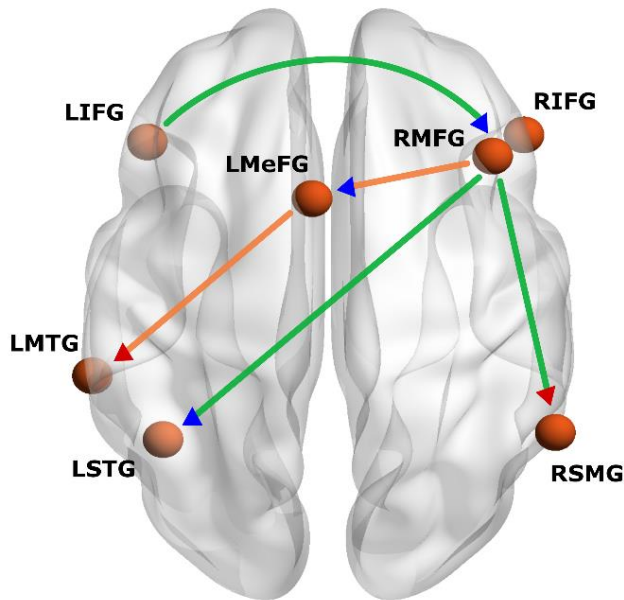


Figure 4. Leave-one-out-cross-validation results.

Note. Only significant effect sizes ($p < .05$) to predict the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related pictures are represented. Green/orange arrows represent a positive/negative association between the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli and effective connectivity in MPG. Red/blue triangles indicate excitatory/inhibitory connection.

4. Discussion

Here we studied for the first time whether intrinsic neural dynamics supporting reappraisal are specific to male perpetrators of IPVAW and its association with the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli. Our results showed that both criminal groups (male perpetrators and other offenders) shared a specific reciprocal mechanism reflected in increased effective connectivity within prefrontal regions, increased effective connectivity from prefrontal to temporoparietal regions, but reduced connectivity in the opposite direction. In addition, male perpetrators presented a different effective connectivity compared to other offenders. They simultaneously exhibited an increased connectivity from ventrolateral prefrontal cortex and a decreased connectivity from dorsolateral prefrontal cortex to the same hub: the temporoparietal regions. They also showed an enhanced connectivity from SMA to frontal and temporal areas. Finally, cross-validation analysis revealed that connections from VLPFC to DLPFC and from DLPFC to temporoparietal areas could be possible predictors of the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW stimuli in male perpetrators. The present study is the first attempt to

explore whether the neural dynamics at rest are related to manifestations of emotion regulation difficulties in IPVAW perpetration.

Do male perpetrators exhibit a different effective connectivity within reappraisal-related brain network compared to non-offenders and other offenders?

Our first main finding revealed a large amount of overlap between male perpetrators and other offenders when comparing with non-offenders. Both convicted groups showed increased effective connectivity within prefrontal areas (VLPFC to rDLPFC), increased effective connectivity from prefrontal (IVLPFC) to temporoparietal regions (TPJ/STG) and reduced connectivity in the opposite direction compared to men with no criminal records. These results extend the current knowledge of brain functioning on criminal populations. According to the neuromoral theory (Raine, 2019), the aforementioned areas are core components of the moral brain network, and specific structural or functional alterations within this network would contribute to the generation of moral thoughts, emotions and conducts that underlie different antisocial or criminal behavior (Raine et al., 2019). From this point of view, the increased effective connectivity within prefrontal regions aligns with prior resting-state and task-based fMRI studies on psychopaths and high-risk prisoners (Leutgeb et al., 2016; Contreras-Rodríguez et al., 2015; Glenn et al., 2009). In this line, the heightened intra-frontal connectivity at rest might reflect a compensatory mechanism that facilitates the enhanced activity of prefrontal regions during moral decision making (Korponay et al., 2017; Yang & Wang, 2012). Furthermore, both convicted groups also showed increased effective connectivity from prefrontal to parietal regions and reduced connectivity in the opposite direction. This finding suggests a specific reciprocal mechanism from DLPFC and VLPFC top-down regulatory cores (Morawetz et al., 2016) to TPJ/STG regions involved in the attribution of intentions (Völlm et al., 2012) and backward to the prefrontal areas (Tettamanti et al., 2017). Considering the present results, both convicted groups share specific reappraisal-related neural dynamics that might be also involved in moral processing. In fact, a large body of literature has demonstrated that emotion regulation and morality are interdependent constructs (Zhang et al., 2017) that share common neural bases (Helion & Ochner, 2018; Harenski & Hamann, 2006).

The second main finding showed that male perpetrators also exhibited different effective connectivity compared to other offenders. It should be noted that variability within the group of other offenders (integrated by men convicted for robbery, drug trafficking, dangerous driving) could have had some impact at a brain connectivity level, which may explain why male perpetrators present more differences when comparing to other offenders than to non-offenders. Yet, a general reversed pattern regarding fronto-temporoparietal connections needs to be highlighted. We observe that male perpetrators exhibited decreased connectivity from VLPFC but increased connectivity from rDLPFC to temporoparietal regions (TPJ/STG). These results are in line with our previous findings, where we found differences in connectivity and brain activation between male perpetrators and other offenders in these specific brain regions (Marín-Morales et al., 2021; Amaoui et al., 2022). Additionally, an exploratory analysis found that the decreased rs-functional connectivity of the VLPFC was positively correlated to more sexist thoughts toward women (Amaoui et al., 2022).

Importantly, this contrast revealed an increased effective connectivity from SMA to prefrontal and temporal regions in male perpetrators. SMA is involved in the creation of mental representations (Kohn et al., 2014), which makes it a core component for empathy and moral evaluation (Buhle et al., 2014; Yoder et al., 2015). The increased effective connectivity between SMA-prefrontal regions could suggest that male perpetrators present a different intrinsic neural pattern supporting the reformulation and reconceptualization of mental representations (Silvers & Guassi Moreira, 2019). In line with this view, previous MRI studies showed that male perpetrators exhibited an over-activation of the SMA when processing general violence images compared to other criminals (Bueso-Izquierdo et al., 2016a) and to non-offenders (Lee et al., 2009) which was interpreted as a hyper-response to threatening situations. Taken together, dysfunctions in neural dynamics underlying social representations could lead to an altered hyper-response to situations.

Although further research is needed in this field, the present findings are in line with previous task-based and rs-fMRI studies in male perpetrators (Marín-Morales et al., 2022a; Amaoui et al., 2022; Bueso-Izquierdo et al., 2016a), indicating that men convicted for an IPVAW crime present different neural mechanisms when it comes to emotional processing.

Does the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli is associated with the intrinsic neural dynamics in male perpetrators?

This is the first study that uses a stimulus-specific related to crime variable in a rs-fMRI study with male perpetrators. The advantage of considering this behavioral variable lies in the possibility to examine those neural connections that are particularly related to IPVAW crime. Although no clear pattern was found, nearly all connections in the network were modulated by the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli, which might indicate that this ability is strongly linked to the underlying network architecture. Taking a step further, cross-validation analysis (Friston et al., 2014) revealed which connections might be potential predictors of the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW-related stimuli. Special attention should be paid to rDLPFC, since we found it to be the most connected brain region, receiving inputs from IVPFC and sending outputs to SMA, LSTG and RSMG. Considering the results, it seems that rDLPFC is a potential hub in the neural network supporting down-regulation ability related to IPVAW perpetration. According to literature, DLPFC manages higher-order control functions including monitoring and manipulating representations in working memory (Morawetz et al., 2016) it is also responsible for top-down regulation (Kohn et al., 2014) and control inhibition (Ochsner et al., 2012).

Furthermore, all connections recruiting DLPFC (except for DLPFC-SMA projection) positively predicted the ability to down-regulate the emotional states in response to IPVAW-related pictures. In other words, the increased connectivity exhibited by male perpetrators, the worse their ability to down-regulate emotions related to IPVAW stimuli. This finding supports the hypothesis of an enhanced brain network underlying emotion regulation difficulties (Repple et al., 2017) that seems specific to IPVAW perpetration.

The present study has some limitations to be acknowledged. First, variability within the group of other offenders could be a source of variability in brain connectivity. In order to control this issue, both groups were equally matched in severity of the crime, however, future studies need to address whether men convicted for IPVAW differ from men sentenced for violent crimes other than IPVAW. Additionally, taking the presence of drug abuse or brain damage as exclusion criterion could be a limitation as it reduces the representativeness of the target group (Marín-Morales et al., 2021). However, we believe this is the best way to study

those specific factors that make IPVAW different from other types of violence. Our population of interest are not those men who have committed violence due to head injury or substance abuse but those who have committed intimate partner violence due to the social factors that surround this reality (e.g., patriarchal system, sexism...). In addition, male perpetrators might exhibit high social desirability (Eckhardt et al., 2012), which may have affected self-report results, explaining the possible lack of differences between the three groups. Finally, relevant variables such as time spent in prison could not be controlled. These issues would need to be addressed in future studies.

Conclusions

Our study provides the first evidence for a specific intrinsic neural network supporting reappraisal in men convicted for an IPVAW crime. The results corroborate that male perpetrators exhibit a different brain pattern related to reappraisal compared to non-offenders and to other offenders (Marín-Morales et al., 2021). Our first result showed that male perpetrators and other offenders shared effective connectivity differences vis-à-vis non-offenders. The connectivity pattern is characterized by a specific reciprocal mechanism between prefrontal top-down regulatory core regions and temporoparietal areas involved in the generation of social representation. In addition, compared to other offenders, male perpetrators also showed a different neural pattern, highlighting the increased SMA to prefrontal effective connectivity. Our most important finding is that we were able to propose possible predictors of the ability to down-regulate emotions in male perpetrators, although there is still a lot of variability to be explained. Concretely, connections involving the DLPFC, by integrating inputs from VLPFC and sending outputs to temporoparietal regions, seem to predict the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW stimuli in male perpetrators, which reinforce the relevance of cognitive processing in emotional regulation (Golkar et al., 2012). From a biopsychosocial model, the present study provides a deeper characterization of brain architecture of the emotional processes that underlie IPVAW perpetration. We want to emphasize the importance of paying attention to difficulties in emotional regulation as a risk factor in IPVAW perpetration and therefore encourage future research to explore other regulatory strategies and the multiple large-scale neural underpinnings (Morawetz et al., 2020). This knowledge promotes the work of adaptive

emotion regulation strategies in intervention treatment with male perpetrators in order to reduce the high rates of recidivism as well as its implementation in prevention programs in order to fight against IPVAW.

**IV. DISCUSIÓN GENERAL,
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS
FUTURAS**

CAPÍTULO 8.

**DISCUSIÓN GENERAL, CONCLUSIONES Y
PERSPECTIVAS FUTURAS**

1. Discusión general

Para acercarnos a las posibles causas de la violencia de género que sufren las mujeres y diferenciarla de otro tipo de violencias, es necesario entender por qué los hombres maltratadores llevan a cabo esta violencia (Lorente, 2004). Desde las neurociencias se han hecho importantes avances en la comprensión del papel de los procesos sociales que se encuentran detrás de las relaciones de violencia de género, utilizando, entre otras líneas, el estudio de los correlatos neurobiológicos de hombres maltratadores (Marín-Morales et al., 2021; Verdejo-Román et al., 2019; Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2009). Con el fin de contribuir a esta línea, la presente tesis recoge tres estudios orientados a explorar por primera vez la conectividad cerebral en reposo - *intrínseca* - en hombres maltratadores. Concretamente, se estudió la conectividad de las áreas cerebrales asociadas con la toma de decisiones sociales, la mentalización social y la regulación emocional en hombres condenados por violencia de género y se comparó con dos grupos controles: un primer grupo de hombres sin historial criminal y un segundo grupo de hombres condenados por delitos distintos de la violencia de género. Además, se exploró si la conectividad específica de hombres maltratadores se asociaba con procesos cognitivos y socioemocionales que se han visto previamente relacionados con la violencia de género. Nuestros resultados han mostrado que los hombres condenados por violencia de género presentan una conectividad intrínseca específica asociada a procesos de la cognición social subyacentes a la violencia de género.

El primer estudio tenía por objetivo estudiar la conectividad *funcional* en estado de reposo de los 3 sistemas cerebrales que componen la *toma de decisiones* de acuerdo al modelo Triádico de Turel y Bechara (2016). Los resultados avalaron parcialmente nuestras hipótesis, mostrando que los hombres condenados por violencia de género presentan una conectividad funcional específica entre los sistemas prefrontal-reflectivo y los sistemas amígdala-estriado-impulsivo e insular-interoceptivo. Concretamente, destacamos la hiperconectividad entre regiones prefrontales y subcorticales (límbicas y estriado), y la hipoconectividad entre regiones prefrontales y áreas motoras, premotoras y parietales. Ambos resultados sugieren un proceso *top-down* regulatorio específico de hombres maltratadores, previamente hipotetizado (Lee et al., 2009). También resaltamos la hiperconectividad entre la ínsula posterior y regiones posteriores de la red cerebral por

defecto (pDMN), consistente con estudios previos que detectaron activación en estas áreas ante estímulos de violencia en esta misma población (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). De este modo, nuestros resultados van en la línea de los estudios previos que plantean que los hombres maltratadores podrían presentar un procesamiento interoceptivo exaltado. Cabe destacar que los análisis exploratorios demostraron que la conectividad en reposo podría estar más relacionada con procesos socioemocionales que con procesos puramente neuropsicológicos. Estos resultados concuerdan con la amplia literatura que relaciona los mecanismos cerebrales en estado de reposo con componentes de la cognición social (Fiske y Taylor, 2013). En definitiva, este primer estudio mostró que los hombres maltratadores muestran una conectividad diferente entre los 3 sistemas que subyacen a la toma de decisiones y subrayó la importancia de analizar los procesos de carácter social.

Por ello, nuestro segundo estudio tuvo por objetivo estudiar la conectividad *funcional* cerebro-cerebelar asociada a la *mentalización social*. Tal y como comentamos en el capítulo 2, este proceso se refiere a la capacidad de entendernos a nosotros/as mismos/as y a los/as demás en términos de estados mentales, emociones, deseos y objetivos (Luyten y Fonagy, 2015). Para ello, nos basamos en el trabajo realizado durante los últimos 10 años por Van Overwalle, donde muestra que el Crus II es una región clave para el proceso de mentalización social (Van Overwalle et al., 2020a; Leggio y Olivito, 2018; Van Overwalle y Mariën, 2016). Los resultados revelaron que, en comparación con los dos grupos control, los hombres maltratadores exhiben una hiperconectividad del Crus II con el pDMN y con el hipocampo/parahipocampo. Estudios previos con población violenta, sugieren que esta conectividad podría estar relacionada con un procesamiento emocional y moral alterado (Leutgeb et al., 2016). Por otro lado, se encontró que a mayor conectividad entre el Crus II y el pDMN, mayores pensamientos distorsionados sobre la mujer y menor empatía. Este estudio reveló la importancia de incluir el cerebelo en la comprensión de las bases neurales que sostienen la cognición social en la violencia de género y sugirió que la hiperconectividad cerebro-cerebelar podría estar asociada a una función moduladora de la actividad cortical (Van Overwalle et al., 2020b).

Finalmente, la presente tesis concluye con un tercer estudio cuyo objetivo consistía en investigar si la conectividad *efectiva* - interacciones causales- subyacentes a la *reevaluación*

es específica en hombres condenados por violencia de género y evaluar su relación con la habilidad de regular las emociones ante estímulos de violencia de género. Los resultados revelaron que, en comparación a hombres sin historial criminal, los hombres maltratadores y otros delincuentes presentaron un alto solapamiento de conectividad caracterizado por un mecanismo bidireccional específico entre regiones prefrontales responsables de la regulación y control *top-down* (Morawetz et al., 2016) y áreas temporoparietales (TPJ/STG) claves para la creación de representaciones sociales (Völlm et al., 2006). Además, los hombres maltratadores mostraron una conectividad efectiva diferente al grupo de otros delincuentes. Destacamos una mayor conectividad efectiva entre la SMA y las regiones prefrontales, cuya coactivación se había encontrado previamente en un estudio de procesamiento emocional (Bueso-Izquierdo et al., 2016a), sugiriendo un patrón diferente de las regiones que soportan la formulación y reconceptualización de las representaciones sociales (Silvers y Guassi-Moreira, 2019). Una de las novedades de nuestro estudio ha sido la propuesta de posibles predictores de la habilidad de regular las emociones generadas específicamente por estímulos de violencia de género, siendo el DLPFC un posible *hub* que recibe *inputs* del VLPFC y envía *outputs* a la SMA y a regiones temporoparietales. Además, se mostró que a mayor conectividad efectiva entre estas regiones, peor habilidad de regular las emociones ante estímulos de violencia de género. En definitiva, nuestro último estudio mostró que la conectividad efectiva entre regiones que sustentan la reevaluación de hombres maltratadores está asociada a la habilidad de regulación de emociones específicas de la violencia de género.

La presente tesis es la primera aproximación hacia el estudio de la conectividad cerebral en estado de reposo de hombres maltratadores. Por ello, partimos de una interpretación cautelosa de los resultados y siempre haciendo referencia a una conectividad *diferente* o *específica*, ya que el funcionamiento cerebral no explica por sí mismo la manifestación de la violencia de género (Marín-Morales et al., 2021a; Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Sin embargo, estos hallazgos sí revelan información valiosa sobre los correlatos neurales de los procesos que subyacen a la violencia de género. Por ello, es importante entender que esta propuesta de investigación es transversal a los modelos explicativos. Bajo este razonamiento, nuestro propósito final es ofrecer una mirada diferente pero

complementaria a lo aportado por otras líneas de trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior y desde esa perspectiva complementaria, discutiremos los siguientes tres resultados generales.

En primer lugar, los hombres condenados por violencia de género presentan una *conectividad intrínseca específica que sustenta procesos de la cognición social*. Este hallazgo concuerda con los estudios previos de activación cerebral en la misma población (Marín-Morales et al., 2022a; 2021; Bueso-Izquierdo et al., 2016a) y nos sugieren que los hombres maltratadores presentan un procesamiento de la información social (especialmente cuando está relacionada con la violencia de género), diferente a otros criminales. La presente línea de resultados va en consonancia con la hipótesis de que la violencia de género es un crimen específico y, por tanto, requerirá de una intervención y prevención particular (Expósito y Ruiz, 2010).

En segundo lugar, los dos primeros estudios de conectividad funcional muestran que los hombres maltratadores presentan un patrón general caracterizado por mayor conectividad funcional en comparación con los dos grupos controles. Este resultado concuerda con resultados de estudios de conectividad en reposo en distintas poblaciones violentas, mayormente de criminales de alto riesgo y psicópatas (Leutgeb et al., 2016; Contreras-Rodríguez et al., 2015). Esto sugiere un posible mecanismo compensatorio que facilitaría la participación de determinadas regiones en tareas de procesamiento social y moral (Korponay et al., 2017). En este punto, destacamos la función del cerebelo como región moduladora de la actividad cortical que enviaría señales cuando existe un desajuste entre las conductas y las predicciones realizadas a las áreas implicadas en la mentalización social y, que hemos encontrado hiperconectada en nuestra muestra de maltratadores (Van Overwalle et al., 2020b).

Estos resultados nos han permitido revelar la existencia de diferencias en conectividad intrínseca entre los grupos. Sin embargo, la interpretación funcional de estas diferencias solo se puede realizar en relación a procesos cognitivos, afectivos y sociales. Por ello, nuestra línea de resultados más importante tiene que ver con este tercer punto. El primer estudio mostró que la conectividad específica de hombres maltratadores parece estar más relacionada con procesos sociales que con procesos puramente cognitivos. El segundo estudio, mostró que la hiperconectividad cerebro-cerebelar se relaciona con menor empatía y mayores sesgos hacia

la mujer. Para finalizar, el tercer estudio mostró que la conectividad efectiva entre regiones prefrontales y áreas temporoparietales podría predecir la habilidad de regular las emociones ante estímulos de violencia de género.

En conclusión, los hallazgos de los tres estudios muestran que los hombres maltratadores presentan una conectividad cerebral en reposo diferente a hombres condenados por otros delitos y a hombres sin historial criminal, que se relaciona con procesos que sustentan la violencia de género.

1.1. Implicaciones teóricas de la presente tesis

Los 3 resultados generales de la tesis apoyan parcialmente la teoría *neuromoral de Raine* (2019). La propuesta de este modelo causal es que la presencia de alteraciones estructurales o funcionales específicas de la red de la moralidad contribuyen, en cierto nivel, a la generación de pensamientos, emociones y conductas morales que subyacen a los comportamientos antisociales o delictivos (Raine et al., 2019). Así, diferentes poblaciones antisociales/criminales presentarían diferentes grados de disfunción en la red moral. Nuestros resultados revelan diferencias en conectividad funcional en reposo asociada a procesos sociales y morales específicos de la violencia de género, por lo que no se puede hablar de una disfunción en la red ni de una causa de la conducta violenta. Sin embargo, sí podemos rescatar de la teoría neuromoral de Raine (2019) que diferentes poblaciones de criminales presentan un funcionamiento cerebral distinto y que éste, a su vez, podría estar asociado a alteraciones cognitivas, emocionales y/o sociales específicas del crimen cometido. A pesar de ser un modelo neurobiológico que ofrece mucha información, no tiene en cuenta el factor social que es previo a cualquier “disfunción” neuromoral subyacente a la conducta violenta. En otras palabras, no hace referencia al sistema social. Por ello, a continuación discutiremos nuestros resultados tomando como referencia el modelo social de la violencia contra las mujeres de Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez (2019).

Recordemos que este modelo propone una estructura *piramidal* para explicar el estallido de la violencia contra las mujeres y, en concreto, la que ocurre dentro de la pareja. Así, la violencia de género se funda en el sistema patriarcal - escalón 1 -, cuya difusión se da a través de los mandatos de género tradicionales y de las relaciones sexo-afectivas - escalón

2 -. Estos modos de vinculación justifican los derechos (expectativas de control) - escalón 3 - que tienen los hombres sobre las mujeres (sobre sus cuerpos, vidas, sexualidad, economía, etc.) y que finalmente se materializan ante los eventos desencadenantes - escalón 4 -, que pueden ser tanto individuales, relacionales o cambios en el propio sistema social (ver capítulo 1).

Bajo esta propuesta, las diferencias en la conectividad intrínseca de hombres maltratadores están asociadas a procesos de la cognición social específicos de la violencia de género - escalones 2 y 3 -, tales como los pensamientos distorsionados hacia la mujer o la habilidad de regular las emociones provocadas por estímulos de violencia de género. Esto demuestra que no hay alteraciones en los procesos estudiados sino un procesamiento diferente dependiendo de los estímulos presentados. Es decir, los hombres maltratadores empatizan y regulan de forma adaptativa sus emociones, pero parece que no lo hacen cuando se trata de su pareja o expareja. De acuerdo al modelo piramidal, la violencia de género tiene una *base social*, que materializa la legitimación de las desigualdades entre hombres y mujeres y, más concretamente, las funciones que debe ocupar cada uno de ellos/as dentro de una relación romántica. Cuando existe un conflicto porque estas expectativas no se cumplen, los maltratadores ejercen distintos modos de violencia para restablecer la posición de poder y no perder el control (Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez, 2019). Por último, en el escalón 4, encontraríamos los posibles eventos desencadenantes, como el abuso de drogas o la presencia de TCE (Bueso-Izquierdo et al., 2019b; Walling et al., 2012), que sólo ejercerían una función facilitadora o desinhibidora de la violencia (Bueso-Izquierdo et al., 2016b). De acuerdo al modelo, estos factores desencadenantes tienen en común la función de desatar el miedo del agresor a perder el control sobre las mujeres y legitimar la violencia ejercida.

En definitiva, los resultados de la tesis avalan parcialmente la teoría neuromoral de Raine (2019), al identificar la especificidad de los mecanismos cerebrales de los procesos sociales de los hombres maltratadores en comparación con otros delincuentes, así como permiten profundizar en la comprensión de los procesos sociales que conforman la pirámide del modelo de Bosch-Fiol y Ferrer-Pérez (2019).

1.2. Implicaciones prácticas de la presente tesis

A través del estudio de los correlatos neurobiológicos, la presente tesis aporta nueva información sobre los procesos sociales que subyacen a la violencia de género, permitiendo la consideración de algunas implicaciones prácticas.

En primer lugar, los hallazgos encontrados apoyan la perspectiva de la neurociencia social como un marco de investigación necesario para caracterizar a los hombres maltratadores. Las herramientas neurocientíficas aportan objetividad a la evaluación, complementando otras medidas como los autoinformes o las evaluaciones cualitativas, que podrían estar influidas por la deseabilidad social que presenta esta población (Teva et al., 2022).

En segundo lugar, los resultados muestran que los hombres maltratadores presentan un funcionamiento cerebral asociado a procesos sociales distinto al de otros delincuentes. Esta caracterización nos sitúa ante un crimen específico que requiere de una intervención y prevención concretas. Por ello, es importante que en los programas de intervención se ponga el foco en el trabajo en la asunción de responsabilidad, la reevaluación de las distorsiones cognitivas sobre los modelos hegemónicos del género y los mitos del amor, así como el trabajo del reconocimiento propio de emociones (Suárez et al., 2015).

En tercer lugar, retomando la importancia de los nuevos modos de violencia de género entre jóvenes, defendemos un trabajo preventivo que radique en los modelos de vínculos basados en los sesgos de género así como en el trabajo de las estrategias de regulación emocional.

1.3. Limitaciones generales

Los resultados de la presente tesis deben interpretarse teniendo en cuenta diversas limitaciones. Dentro de cada estudio hemos presentado las limitaciones específicas de cada uno de ellos, así que a continuación nos focalizaremos en las generales de la tesis:

En primer lugar, es necesario tener en cuenta el tamaño de la muestra. Dado que no existían estudios previos de RMNf-reposo en maltratadores, el tamaño de la muestra fue calculado a partir de un estudio previo realizado con una tarea de procesamiento emocional

que comparaba a maltratadores con otros delincuentes (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Aunque nuestros resultados deben ser replicados en muestras más grandes, éste se trata del estudio de neuroimagen con mayor muestra analizada, junto al estudio de regulación emocional (Marín-Morales et al., 2021).

En segundo lugar, los criterios de inclusión establecidos pueden limitar la representatividad de la muestra estudiada. Entre ellos, se requería no tener un historial psicopatológico grave o de abuso de sustancias, así como no haber sufrido un TCE que provocase más de una hora de pérdida de conciencia. Somos conscientes que estas variables, junto al analfabetismo, pueden estar presentes en poblaciones de maltratadores, sin embargo, consideramos que controlar o excluir estos eventos desencadenantes (salvo el analfabetismo), es la mejor forma de estudiar aquellos factores específicos que hacen que la violencia de género sea diferente de otros tipos de violencia. Nuestra población de interés no son aquellos hombres que han ejercido violencia debido a un daño cerebral, al abuso de sustancias o por la presencia de psicopatologías graves, sino aquellos que han ejercido violencia debido a los factores sociales como el sexismo o las expectativas de control, enmarcados en el sistema patriarcal.

En tercer lugar, tal y como comentamos anteriormente, los resultados de conectividad en estado de reposo no pueden tener una interpretación funcional si no se relacionan con procesos determinados. Así, debemos valorar la gran heterogeneidad fenomenológica de la experiencia subjetiva que tiene cada persona cuando está siendo evaluada durante el paradigma de estado de reposo (Hurlburt et al., 2015). Por otro lado, siendo conscientes de la existencia de un solapamiento entre las regiones analizadas (el primer y tercer estudio), cada uno de ellos se ha centrado en estudiar una conectividad diferente, funcional en el primer caso y efectiva en el segundo, lo que nos proporciona información distinta y complementaria (Friston et al., 2016).

En cuarto lugar, varias de nuestras medidas son autoinformadas, cuyas respuestas podrían estar afectadas por la deseabilidad social en esta población en concreto (Eckhart et al., 2012). Del mismo modo, las medidas de empatía y regulación emocional medidas a través de cuestionarios, no son específicas de la pareja. Sin embargo, son las escalas más utilizadas en esta población (Marín-Morales et al., 2022a; Romero-Martínez et al., 2016a; Loinaz et al.,

2012). Finalmente, debido a problemas técnicos no hemos podido evaluar otros procesos de interés como la inteligencia abstracta, así como variables sociodemográficas de gran valor, como los años cumplidos y restantes en prisión. Estas cuestiones deberán considerarse en futuros estudios.

2. Perspectivas futuras

Considerando los resultados y las implicaciones comentadas de esta tesis, se derivan los siguientes objetivos científicos:

- Estudiar las redes en estado de reposo, en concreto la *red neural por defecto*, ya que existe una extensa literatura que la relaciona estrechamente con la cognición social, los procesos interoceptivos y la creación de representaciones mentales y la memoria autobiográfica (Dorutey et al., 2017). Esto nos permitiría avanzar en el conocimiento de las redes cerebrales involucradas en la cognición social.
- Profundizar en el estudio de la actividad cerebral en estado de reposo, utilizando métodos complementarios como el *análisis de grafos* que, a través del examen de la organización tanto local como global de las redes neurales, nos permitiría obtener una imagen más completa de la topología de la arquitectura cerebral en reposo (Lv et al., 2018).
- Explorar las distintas regiones del cerebelo y su conectividad con determinadas áreas encontradas previamente en estudios con maltratadores como son la DMN, áreas prefrontales y subcorticales. Esto permitiría profundizar en los resultados del segundo estudio de esta tesis y contribuir a la novedosa línea de investigación que muestra que el cerebelo tiene una función clave en la agresión (Klaus y Schutter, 2021).
- Estudiar los mecanismos cerebrales de otras estrategias regulatorias (Aldao et al., 2012), ya que la literatura muestra que además de la reevaluación cognitiva, existen otras estrategias de regulación emocional asociadas a la expresión de la violencia de género, como puede ser la supresión expresiva (Marín-Morales et al., 2021).
- Comparar la conectividad en reposo de hombres maltratadores con otras poblaciones violentas, ya que como se ha comentado previamente la violencia es un constructo muy heterogéneo.

- Fomentar el estudio de los rasgos psicopáticos en relación con la conectividad en reposo de hombres maltratadores, dada su relevancia encontrada en la literatura sobre tipologías (Fernández-Montalvo y Echeburúa, 2008).

3. Conclusiones

1. Los hombres condenados por violencia de género presentan una conectividad intrínseca diferente de las bases neurales de la toma de decisiones sociales, mentalización social y reevaluación, en comparación a hombres sin historial criminal y a hombres condenados por otros delitos.
2. La conectividad funcional que sustenta la toma de decisiones de hombres maltratadores se relaciona más estrechamente con procesos de la cognición social que con procesos puramente neuropsicológicos.
3. La conectividad funcional que sostiene la mentalización social de hombres maltratadores, en concreto la conectividad entre el Crus II y pDMN, se relaciona con menor empatía y con mayores sesgos sobre la inferioridad de la mujer y los roles de género.
4. En comparación a los hombres sin historial criminal, los dos grupos de delincuentes (hombres condenados por violencia de género y hombres condenados por otros delitos) muestran una *conectividad efectiva* específica que involucra áreas prefrontales (VLPFC y DLPFC) y regiones temporoparietales (TPJ/STG).
5. Los hombres maltratadores presentan mayor *conectividad efectiva* entre la SMA y regiones prefrontales en comparación a otros delincuentes.
6. Las conexiones del VLPFC al DLPFC y del DLPFC a regiones temporoparietales podrían ser posibles predictores de la habilidad de regular las emociones ante situaciones de violencia de género.
7. El DLPFC podría ser un posible hub en los mecanismos neurales que sustenta la habilidad de regular las emociones en hombres maltratadores.

V. INTERNATIONAL DOCTORATE

CAPÍTULO 9.

INTERNATIONAL DOCTORATE

GENERAL DISCUSSION, CONCLUSIONS,

AND FUTURE PERSPECTIVES

1. Discussion

In order to understand the possible causes of IPVAW and differentiate it from other types of violence, it is necessary to comprehend why male perpetrators commit this violence (Lorente et al., 2004). From a neuroscientific perspective, important advances have been made to understand the role of the social processes behind IPVAW using the study of the neurobiological correlates of male perpetrators, among different approaches (Marín-Morales et al., 2021; Verdejo-Román et al., 2019; Bueso-Izquierdo et al., 2016a; Lee et al., 2009). In order to contribute to this line, the present thesis compiles three empirical studies that aimed to examine, for the first time, the resting-state connectivity within brain areas associated to social decision-making, social mentalizing and emotion regulation in men convicted for IPVAW crime and compare it to two control groups: a first group comprising men with no criminal records and a second group of men convicted for crimes other than IPVAW. In addition, we explored whether the specific connectivity of male perpetrators was associated with cognitive and socioemotional processes that have previously been found to be related to IPVAW. In general, our results showed that men convicted for IPVAW crime present a specific intrinsic connectivity associated with social cognition processes underlying this violence.

The first study aimed to explore the resting-state functional connectivity of the three brain systems composing decision-making according to the Triadic model of Turel & Bechara (2016). The results showed that male perpetrators present a specific functional connectivity between the reflective brain system and both impulsive and interoceptive brain systems. Specifically, we highlight the hyperconnectivity between prefrontal and subcortical regions (limbic and striatum), and the hypoconnectivity between prefrontal regions and motor/premotor and parietal areas. Both results suggest that male perpetrators present a specific top-down brain regulatory process (Lee et al., 2009). The study also revealed that male perpetrators present hyperconnectivity between the insula and posterior regions of the DMN, which is consistent with previous studies that detected activation of such areas when viewing violence stimuli (Bueso-Izquierdo et al., 2016a). Notably, exploratory analyses showed that male perpetrators' resting-state connectivity might be more associated with socioemotional processes than to strictly neuropsychological domains. Overall, these first

findings suggest that male perpetrators present different connectivity within the three systems involving decision making and highlight the importance of studying social cognition processes.

For this reason, our second study aimed to explore the functional cerebral-cerebellar functional connectivity supporting social mentalizing (Van Overwalle et al., 2016). As discussed in chapter 2, this process refers to the ability to understand ourselves and others in terms of mental states, goals and emotions (Luyten & Fonagy, 2015). The results revealed that, compared to both control groups, male perpetrators exhibit hyperconnectivity between Crus II, pDMN and hippocampus/parahippocampus. Our findings are in accordance with previous studies conducted on violent populations which suggested that this connectivity could be related to an altered emotional and moral processing (Leutgeb et al., 2016). Moreover, we also found that the greater the connectivity between Crus II and pDMN, the higher the number of distorted thoughts towards women and the lower the empathy showed. These findings emphasize the importance of including the analysis of the cerebellum for the understanding of the neural underpinnings of social cognition in relation IPVAVW perpetration. Finally, this second study suggests that cerebro-cerebellar hyperconnectivity might be associated with a modulatory function of cortical activity (Van Overwalle et al., 2020b).

The present thesis concludes with a third study which aimed to investigate whether the effective connectivity - causal interactions - underlying reappraisal was specific to male perpetrators and to assess its relationship with the ability to down-regulate emotions in response to IPVAVW-related stimuli. The study revealed that compared to men with no criminal records, both convicted groups (male perpetrators and other offenders) exhibited increased effective connectivity from prefrontal regions (VLPFC and DLPFC) to temporoparietal regions (STG/TPJ). In addition, male perpetrators also presented a different effective connectivity compared to other offenders. It should be noted the increased connectivity between the SMA and prefrontal regions, suggesting a different intrinsic pattern supporting the formulation and reconceptualization of social representations (Silver & Guassi-Moreira, 2019). One of the most important novelties of this study has been the proposal of possible predictors of the ability to down-regulate emotions generated specifically by IPVAVW stimuli, being the DLPFC a possible hub that receives inputs from the VLPFC and sends outputs

to the SMA and temporoparietal regions. Furthermore, we found that the increased effective connectivity between these regions, the worse the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW stimuli. In summary, our last study showed that male perpetrators exhibit a specific effective connectivity within reappraisal brain network that seems to be associated with the ability to regulate emotions.

The present thesis is the first attempt to study the resting-state connectivity in male perpetrators. Therefore, we assume a cautious interpretation of the results, always referring to a different or specific brain connectivity, since brain functioning does not explain by itself the manifestation of IPVAW (Marín-Morales et al., 2021; Bueso-Izquierdo et al., 2016a). However, these findings do reveal valuable information about the neural correlates of the processes underlying IPVAW. For this reason, it is important to understand that this research is transversal to other explanatory models. Under this reasoning, our final objective is to offer a different but complementary view to the contributions made by other research lines.

Considering the above, the main findings of this thesis partially support the neuromoral theory (Raine, 2019). This causal model proposes that the presence of specific structural or functional alterations within the moral brain network contribute, at some level, to the generation of moral thoughts, emotions and behaviors that underlie antisocial and criminal behaviors (Raine, 2019). Thus, different antisocial/criminal populations would exhibit different degrees of dysfunctions within the moral network. Our results reveal differences in resting-state connectivity associated with social processes that seem to be specific to IPVAW. Therefore, we cannot refer to a dysfunction of the network nor a causal explanation of the violent behavior. However, our results align with the idea that different criminal populations present different brain dynamics that, in turn, could be associated with cognitive, emotional and social alterations that are specific to the committed crime. Although this model encompasses a neurobiological theory that offers much information, it does not account for the social factor that precedes any neuromoral “dysfunction”, in other words, it does not refer to the social system. Therefore, we will now discuss our results by referring to the social model of violence against women by Bosch-Fiol and Ferrer-Pérez (2019).

This model proposes a pyramidal structure to explain the expression of violence against women and specifically the one that occurs within an intimate couple. According to

the model, IPVAW is based on the patriarchal system -step 1- which spreads through traditional gender norms - step 2 -. These norms justify the rights (control expectations) - step 3- that men have over women (over their bodies, lives, sexuality, economy, etc) and this is finally manifested in the triggering events - step 4 - which can be individual, relational or even changes at a social level (Bosch-Fiol & Ferrer-Perez, 2019).

Following this model, the differences in the intrinsic connectivity of male perpetrators are associated with processes of social cognition that are specific to IPVAW - steps 2 and 3 - such as the distorted thoughts towards women or the ability to down-regulate emotions in response to IPVAW stimuli. These findings show that there are no alterations in the processes but rather different processing depending on the presented stimuli. According to the pyramidal model, IPVAW has a social foundation, which legitimates the inequalities between men and women, and more specifically, the roles that each of them must play within a romantic relationship. When a conflict arises because these social expectations are not fulfilled, male perpetrators exert violence to reestablish their position of power and to gain control (Bosch-Fiol & Ferrer-Pérez, 2019). Finally, in the fourth step of the pyramid we would find possible triggering events such as drug abuse or the presence a TBI (Bueso-Izquierdo et al., 2019b; Walling et al., 2015), that would only play a facilitating or disinhibiting function of violence (Bueso-Izquierdo et al., 2016b). According to the model, these events precipitate the aggressor's fear to lose control over their female partner/ ex-partner and legitimize the violence.

2. Future perspectives

The results obtained in this thesis allow us to generate new research possibilities that could be tested in future studies:

- To study the resting-state networks, specifically the default mode network, given the extensive literature that relates this network to social cognition.
- To deepen the study of resting-state brain connectivity by using complementary methods such as graph analysis. This method examines both local and global organization of neural networks, that would allow us to obtain a more complete picture of the topology of brain architecture at rest (Lv et al., 2018).

- To explore the different regions of the cerebellum and their connectivity with specific areas previously studied in male perpetrators, such as the DMN, prefrontal and subcortical areas. This would allow us to deepen in the results of our second study and to contribute to the research line by showing that the cerebellum has a key role in aggression (Klaus and Schutter, 2021).
- To study the brain mechanisms underlying other emotion regulation strategies (Aldao et al., 2012), since the literature shows that besides reappraisal, there are other strategies associated with the expression of IPVAV, such as expressive suppression (Marín-Morales et al., 2021).
- To compare the resting-state connectivity of male perpetrators with other violent populations, since, as previously mentioned, violence is a very heterogeneous construct.
- To encourage the study of psychopathic traits in relation to resting-state connectivity in male perpetrators, being aware of their relevance in the findings reported about aggressors' typologies (Fernández-Montalvo & Echeburúa, 2008).

3. Conclusions

1. Men convicted for an IPVAW crime present a specific intrinsic connectivity within the neural bases of social decision making, social mentalization and emotional regulation, that is different from men with no criminal records and men convicted of other crimes.
2. Functional connectivity underlying social decision-making in male perpetrators is more associated to processes of social cognition than to strictly neuropsychological domains.
3. Functional connectivity supporting social mentalizing in male perpetrators, specifically the hyperconnectivity between Crus II and pDMN, is found to relate to lower empathy and greater thoughts about women inferiority and gender roles.
4. Compared to men with no criminal history, both convicted groups (male perpetrators and other offenders) share a specific effective connectivity that is reflected in a specific reciprocal mechanism from prefrontal areas (VLPFC and DLPFC) to temporoparietal regions (TPJ/STG) and returns to prefrontal regions.
5. Male perpetrators show increased effective connectivity between the SMA and prefrontal regions compared to other offenders.
6. Connections from the VLPFC to the DLPFC and from the DLPFC to temporoparietal regions could be possible predictors of the ability to regulate emotions in response to IPVAW stimuli.
7. The DLPFC could be a possible hub in the neural mechanisms underlying the ability to regulate emotions in male perpetrators.

REFERENCIAS

- Achterberg, M., Duijvenvoorde, A. C., Bakermans-Kranenburg, M. J., & Crone, E. A. (2016). Control your anger! The neural basis of aggression regulation in response to negative social feedback. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *11*, 712-720.
- Adshead, G., Moore, E., Humphrey, M., Wilson, C., & Tapp, J. (2013). The role of mentalising in the management of violence. *Advances in Psychiatric Treatment*, *19*, 67-76. <https://doi.org/10.1192/apt.bp.110.008243>
- Akkermans, S. E., Luijten, M., Rooij, D., Franken, I. H., & Buitelaar, J. K. (2018). Putamen functional connectivity during inhibitory control in smokers and non-smokers. *Addiction Biology*, *23*, 359-368.
- Alcántara-López, M., Soler, C. L., Sáez, M. C., & López-García, J. J. (2013). Alteraciones psicológicas en menores expuestos a violencia de género: Prevalencia y diferencias de género y edad. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, *29*(3), Art. 3.
- Aldao, A., & Nolen-Hoeksema, S. (2012). The influence of context on the implementation of adaptive emotion regulation strategies. *Behaviour research and therapy*, *50*(7-8), Art. 7-8.
- Aldao, A., Gee, D. G., Reyes, A. D. L., & Seager, I. (2016). Emotion regulation as a transdiagnostic factor in the development of internalizing and externalizing psychopathology: Current and future directions. *Development and Psychopathology*, *28*(4pt1), Art. 4pt1. <https://doi.org/10.1017/S0954579416000638>
- Ali, P. A., & Naylor, P. B. (2013). Intimate partner violence: A narrative review of the feminist, social and ecological explanations for its causation. *Aggression and Violent Behavior*, *18*, 611-619.
- Ali, P. A., Dhingra, K., & McGarry, J. (2016). A literature review of intimate partner violence and its classifications. *Aggression and Violent Behavior*, *31*, 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2016.06.008>
- Amador, J. A. (2013). *Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV (WAIS-IV)*.
- Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2021). Cerebellar connectivity in male perpetrators is associated with irrational thoughts about women. En *Presented in the Organization for Human Brain Mapping Congress*. Online. Published.
- Amodio, D. M. (2019). Social Cognition 2.0: An Interactive Memory Systems Account. *Trends in Cognitive Sciences*, *23*, 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.10.002>

- Amor, P. J., Echeburúa, E., & Loinaz, I. (2009). Se puede establecer una clasificación tipológica de los hombres violentos contra su pareja? *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(3), Art. 3.
- Amting, J. M., Greening, S. G., & Mitchell, D. G. (2010). Multiple mechanisms of consciousness: The neural correlates of emotional awareness. *Journal of Neuroscience*, 30, 10039-10047.
- Arias, R. (2012). El sustrato cultural de la violencia de género: Literatura, arte, cine y videojuegos. *Miscelánea: A Journal of English and American Studies*, 46.
- Armony, J. L., Trejo-Martínez, D., & Hernández, D. (2012). Resonancia magnética funcional (RMf): Principios y aplicaciones en neuropsicología y neurociencias cognitivas. *Neuropsicología Latinoamericana*, 4(2), Art. 2.
- Babcock, J. C., Green, C. E., & Webb, S. A. (2008). Decoding deficits of different types of batterers during presentation of facial affect slides. *Journal of Family Violence*, 23, 295-302.
- Babcock, J. C., Green, C. E., Webb, S. A., & Graham, K. H. (2004). A second failure to replicate the Gottman et al.(1995) typology of men who abuse intimate partners... And possible reasons why. *Journal of Family Psychology*, 18(2), Art. 2.
- Babcock, J. C., Green, C. E., Webb, S. A., & Yerington, T. P. (2005). Psychophysiological profiles of batterers: Autonomic emotional reactivity as it predicts the antisocial spectrum of behavior among intimate partner abusers. *Journal of abnormal psychology*, 114(3), Art. 3.
- Bacchus, L. J., Ranganathan, M., Watts, C., & Devries, K. (2018). Recent intimate partner violence against women and health: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *BMJ Open*, 8(7), Art. 7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019995>
- Baetens, K., Ma, N., Steen, J., & Overwalle, F. (2014). Involvement of the mentalizing network in social and non-social high construal. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 817-824. <https://doi.org/10.1093/scan/nst048>
- Bajo-Pérez, I. (2022). Violencia de género a través de Instagram: Estudio descriptivo de mujeres residentes en España entre 18 y 35 años. *Sociología y tecnología*, 12(2), Art. 2.
- Bandura, A. (1975). Análisis del aprendizaje social de la agresión. En *Emilio Ribes Iñesta y Albert Bandura (recop.), Modificación de conducta: Análisis de la agresión y la delincuencia*.

- Barlett, C. P., & Anderson, C. A. (2011). Reappraising the Situation and Its Impact on Aggressive Behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(12), Art. 12. <https://doi.org/10.1177/0146167211423671>
- Baur, V., Hänggi, J., Langer, N., & Jäncke, L. (2013). Resting-state functional and structural connectivity within an insula–amygdala route specifically index state and trait anxiety. *Biological Psychiatry*, 73, 85-92.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: Some questions and answers. *Trends in cognitive sciences*, 9(4), Art. 4.
- Beer, J. S., & Ochsner, K. N. (2006). Social cognition: A multi level analysis. *Brain research*, 1079(1), Art. 1.
- Bennett, S., Farrington, D. P., & Huesmann, L. R. (2005). Explaining gender differences in crime and violence: The importance of social cognitive skills. *Aggression and Violent Behavior*, 10, 263-288.
- Berke, D. S., Reidy, D. E., Gentile, B., & Zeichner, A. (2019). Masculine Discrepancy Stress, Emotion-Regulation Difficulties, and Intimate Partner Violence. *Journal of Interpersonal Violence*, 34(6), Art. 6. <https://doi.org/10.1177/0886260516650967>
- Bijsterbosch, J., Smith, S. M., & Beckmann, C. (2017). *An introduction to resting state fMRI functional connectivity*. Oxford University Press.
- Birkley, E. L., & Eckhardt, C. I. (2019). Effects of instigation, anger, and emotion regulation on intimate partner aggression: Examination of “perfect storm” theory. *Psychology of Violence*, 9, 186-195. <https://doi.org/10.1037/vio0000190>
- Blake, K. R., Hopkins, R. E., Sprunger, J. G., Eckhardt, C. I., & Denson, T. F. (2018). Relationship quality and cognitive reappraisal moderate the effects of negative urgency on behavioral inclinations toward aggression and intimate partner violence. *Psychology of Violence*, 8, 218-228. <https://doi.org/10.1037/vio0000121>
- Bodelón, E. (2014). Violencia institucional y violencia de género. *Anales de la Cátedra Francisco Suárez*, 48, 131-155. <https://doi.org/10.30827/acfs.v48i0.2783>
- Boira, S., & Aragonés, L. T. (2011). Psychological characteristics and motivation for change in men convicted of intimate partner violence. *International Journal of Psychological Research*, 4(2), Art. 2.
- Bosch Fiol, E. (2013). *Nuevo modelo explicativo para la violencia contra las mujeres en la pareja: El modelo piramidal y el proceso de filtraje*.

- Bosch-Fiol, E., & Ferrer-Perez, V. A. (2019). El Modelo Piramidal: Alternativa feminista para analizar la violencia contra las mujeres. *Revista Estudios Feministas*, 27.
- Bowlby, J. (1989). *Aplicaciones clínicas de una teoría del apego*. Ibérica. Paidós.
- Brakowski, J., Spinelli, S., Dörig, N., Bosch, O. G., Manoliu, A., Holtforth, M. G., & Seifritz, E. (2017). Resting state brain network function in major depression—depression symptomatology, antidepressant treatment effects, future research. *Journal of psychiatric research*, 92, 147-159.
- Bray, S., Almas, R., Arnold, A. E. G. F., Iaria, G., & MacQueen, G. (2015). Intraparietal Sulcus Activity and Functional Connectivity Supporting Spatial Working Memory Manipulation. *Cerebral Cortex*, 25, 1252-1264. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht320>
- Breiding, M., Basile, K. C., Smith, S. G., Black, M. C., & Mahendra, R. R. (2015). *Intimate partner violence surveillance: Uniform definitions and recommended data elements. Version 2.0*.
- Buckner, R. L., Krienen, F. M., Castellanos, A., Diaz, J. C., & Yeo, B. T. T. (2011). The organization of the human cerebellum estimated by intrinsic functional connectivity. *Journal of Neurophysiology*, 106, 2322-2345. <https://doi.org/10.1152/jn.00339.2011>
- Bueso-Izquierdo, N., Verdejo-Román, J., Martínez-Barbero, J. P., Pérez-Rosillo, M. Á., Pérez-García, M., Hidalgo-Ruzzante, N., & Hart, S. D. (2019a). Prevalence and nature of structural brain abnormalities in batterers: A magnetic resonance imaging study. *International Journal of Forensic Mental Health*, 18(3), Art. 3.
- Bueso-Izquierdo, N., Burneo-Garcés, C., Hart, S. D., Randall Kropp, P., Pérez-García, M., & Hidalgo-Ruzante, N. (2019b). Está asociado el abuso/dependencia de drogas a un funcionamiento ejecutivo específico en maltratadores? *Behavioral Psychology/Psicología Conductual*, 27(3), Art. 3.
- Bueso-Izquierdo, N., Burneo-Garcés, C., Hidalgo-Ruzzante, N., Moreno-Ramos, L., Ruz Fernández, A., Berzosa Sáez, C., & Pérez-García, M. (2012). El papel de la neurociencia en la violencia de género. En *Er Congreso para el Estudio de la Violencia contra las Mujeres Justicia y Seguridad. Nuevos retos, Granada, España*. Recuperado de. <http://www>.
- Bueso-Izquierdo, N., Hart, S. D., Hidalgo-Ruzzante, N., Kropp, P. R., & Pérez-García, M. (2015a). The mind of the male batterer: A neuroscience perspective. *Aggression and violent behavior*, 25, 243-251.
- Bueso-Izquierdo, N., Hidalgo-Ruzzante, N., Burneo-Garcés, C., & Pérez-García, M. (2015b). Procesamiento emocional en maltratadores de género mediante el Test de Expresiones Faciales de Ekman y la Tarea Stroop Emocional. [Emotional processing in perpetrators as assessed by Test Ekman Facial Expressions and Emotional Stroop Task in intimate partner

- violence situations. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 47, 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.rlp.2015.02.001>
- Bueso-Izquierdo, N., Verdejo-Román, J., Contreras-Rodríguez, O., Carmona-Perera, M., Pérez-García, M., & Hidalgo-Ruzzante, N. (2016a). Are batterers different from other criminals? An fMRI study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(5), Art. 5. <https://doi.org/10.1093/scan/nsw020>
- Bueso-Izquierdo, N., Hidalgo-Ruzzante, N., Daugherty, J. C., Burneo-Garcés, C., & Pérez-García, M. (2016b). Differences in Executive Function between Perpetrators and Other Criminals. *Journal of Forensic Psychology Practice*, 16, 321-335.
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wager, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., Weber, J., & Ochsner, K. N. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral cortex*, 24(11), Art. 11.
- Cabello, R., Salguero, J. M., Fernández-Berrocal, P., & Gross, J. J. (2013). A Spanish adaptation of the Emotion Regulation Questionnaire. *European Journal of Psychological Assessment*, 29, 234-240. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000150>
- Cacioppo, J. T., & Cacioppo, S. (2013). Social neuroscience. *Perspectives on Psychological Science*, 8(6), Art. 6.
- Cacioppo, J. T., Berntson, G. G., Adolphs, R., Carter, C. S., McClintock, M. K., Meaney, M. J., Schacter, D. L., Sternberg, E. M., Suomi, S., & Taylor, S. E. (2002). *Foundations in social neuroscience*. MIT press.
- Canario, E., Chen, D., & Biswal, B. (2021). A review of resting-state fMRI and its use to examine psychiatric disorders. *Psychoradiology*, 1(1), Art. 1.
- Cándido, A., Orduña, E., Perales, J. C., Verdejo-García, A., & Billieux, J. (2012). Validation of a short Spanish version of the UPPS-P impulsive behaviour scale. *Trastornos Adictivos*, 14, 73-78.
- Cases, C. V. (2011). Un modelo ecológico integrado para comprender la violencia contra las mujeres. *Feminismo-s*, 18, 291.
- Cauda, F. (2011). Functional connectivity of the insula in the resting brain. *Neuroimage*, 55, 8-23.
- Cavanaugh, M. M., & Gelles, R. J. (2005). The utility of male domestic violence offender typologies: New directions for research, policy, and practice. *Journal of Interpersonal Violence*, 20(2), Art. 2.

- Chen, C., Zhou, J., Liu, C., Witt, K., Zhang, Y., Jing, B., & Li, L. (2015). Regional homogeneity of resting-state brain abnormalities in violent juvenile offenders: A biomarker of brain immaturity? *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 27(1), Art. 1.
- Choi-Kain, L. W., & Gunderson, J. G. (2008). Mentalization: Ontogeny, assessment, and application in the treatment of borderline personality disorder. *American Journal of Psychiatry*, 165(9), Art. 9.
- Clements, K., Holtzworth-Munroe, A., Schweinle, W., & Ickes, W. (2007). Empathic accuracy of intimate partners in violent versus nonviolent relationships. *Personal Relationships*, 14(3), Art. 3.
- Cohen, R. A., Brumm, V., Zawacki, T. M., Paul, R., Sweet, L., & Rosenbaum, A. (2003). Impulsivity and verbal deficits associated with domestic violence. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9, 760-770.
- Comes-Fayos, J., Blanco-Gandía, M. C., Moreno, I. R., Rodríguez-Arias, M., Lila, M., Sarrate-Costa, C., Romero-Martínez, A., & Moya-Albiol, L. (2022). Reduced salivary oxytocin after an empathic induction task in Intimate Partner Violence perpetrators: Importance of socio-affective functions and its impact on prosocial behavior. *Psychoneuroendocrinology*, 137, 105644.
- Contreras-Rodríguez, O., Pujol, J., Batalla, I., Harrison, B. J., Bosque, J., Ibern-Regàs, I., Hernández-Ribas, R., Soriano-Mas, C., Deus, J., López-Solà, M., Pifarré, J., Menchón, J. M., & Cardoner, N. (2014). Disrupted neural processing of emotional faces in psychopathy. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 505-512. <https://doi.org/10.1093/scan/nst014>
- Contreras-Rodríguez, O., Pujol, J., Batalla, I., Harrison, B. J., Soriano-Mas, C., Deus, J., López-Solà, M., Macià, D., Pera, V., & Hernández-Ribas, R. (2015). Functional connectivity bias in the prefrontal cortex of psychopaths. *Biological Psychiatry*, 78(9), Art. 9.
- Corvo, K., & deLara, E. (2010). Towards an integrated theory of relational violence: Is bullying a risk factor for domestic violence? *Aggression and Violent Behavior*, 15(3), Art. 3.
- Corvo, K., & Dutton, D. (2015). Neurotransmitter and neurochemical factors in domestic violence perpetration: Implications for theory development. *Partner Abuse*, 6, 351-364.
- Corvo, K., & Johnson, P. (2013). Sharpening Ockham's Razor: The role of psychopathology and neuropsychopathology in the perpetration of domestic violence. *Aggression and Violent Behavior*, 18(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2012.11.017>
- Critchley, H. D., & Garfinkel, S. N. (2017). Interoception and emotion. *Current Opinion in Psychology*, 17, 7-14.

- Crosson, B., Ford, A., McGregor, K. M., Meinzer, M., Cheshkov, S., Li, X., & Briggs, R. W. (2010). Functional imaging and related techniques: An introduction for rehabilitation researchers. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 47(2), Art. 2.
- Cruz, A. R., de Castro-Rodrigues, A., & Barbosa, F. (2020). Executive dysfunction, violence and aggression. *Aggression and Violent Behavior*, 51, 101380.
- Cuadernos de Trabajo Social, Alternativas. (1995). La Declaración de Beijing: IV Conferencia Mundial sobre las mujeres. *Alternativas. Cuadernos de Trabajo Social*, 3, Art. 3. <https://doi.org/10.14198/ALTERN1995.3.15>
- Cunha, O., & Gonçalves, R. A. (2013). Intimate partner violence offenders: Generating a data-based typology of batterers and implications for treatment. *The European journal of psychology applied to legal context*, 5(2), Art. 2.
- Cunha, O., Pereira, B., Cruz, A. R., Gonçalves, R., & de Castro Rodrigues, A. (2022). Intimate Partner Violence: Perceptions and Attributions of Male Perpetrators. *Journal of Forensic Psychology Research and Practice*, 1-21.
- Dailey, N. S., Smith, R., Vanuk, J. R., Raikes, A. C., & Killgore, W. D. (2018). Resting-state functional connectivity as a biomarker of aggression in mild traumatic brain injury. *Neuroreport*, 29(16), Art. 16.c
- Daugherty, J. C., Marañón-Murcia, M., Hidalgo-Ruzzante, N., Bueso-Izquierdo, N., Jiménez-González, P., Gómez-Medialdea, P., & Pérez-García, M. (2019). Severity of neurocognitive impairment in women who have experienced intimate partner violence in Spain. *The Journal of Forensic Psychiatry & Psychology*, 30(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1080/14789949.2018.1546886>
- Daugherty, J. C., Verdejo-Román, J., Pérez-García, M., & Hidalgo-Ruzzante, N. (2022). Structural brain alterations in female survivors of intimate partner violence. *Journal of Interpersonal Violence*, 37(7-8), Art. 7-8.
- De La Iglesia-vaya, M., Molina-Mateo, J., Escarti-Fabra, M. J., Kanaan, A. S., & Martí-Bonmatí, L. (2013). Brain connections-resting state fMRI functional connectivity. *Novel frontiers of advanced neuroimaging*, 236-286.
- Decety, J. (2021). Why empathy is not a reliable source of information in moral decision making. *Current Directions in Psychological Science*, 30(5), Art. 5.
- Demirtas-Tatlidede, A., & Schmahmann, J. D. (2013). Morality: Incomplete without the cerebellum? *Brain. A Journal of Neurology*, 136, 244. <https://doi.org/10.1093/brain/awt070>

- Dillon, G., Hussain, R., Loxton, D., & Rahman, S. (2013). Mental and physical health and intimate partner violence against women: A review of the literature. *International journal of family medicine*, 2013.
- Doruyter, A., Groenewold, N. A., Dupont, P., Stein, D. J., & Warwick, J. M. (2017). Resting-state fMRI and social cognition: An opportunity to connect. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 32, 2627. <https://doi.org/10.1002/hup.2627>
- Dugré, J. R., & Potvin, S. (2021). Impaired attentional and socio-affective networks in subjects with antisocial behaviors: A meta-analysis of resting-state functional connectivity studies. *Psychological Medicine*, 51(8), Art. 8.
- Easton, C. J., Sacco, K. A., Neavins, T. M., Wupperman, P., & George, T. P. (2008). Neurocognitive performance among alcohol dependent men with and without physical violence toward their partners: a preliminary report. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 34(1), 29-37.
- Echauri, J. A., Fernández-Montalvo, J., Martínez, M., & Azcárate, J. M. (2011). Trastornos de personalidad en hombres maltratadores a la pareja: Perfil diferencial entre agresores en prisión y agresores con suspensión de condena. *Anuario de Psicología Jurídica*, 21, 97-105.
- Echeburúa, E., & Amor, P. J. (2010). Perfil psicopatológico e intervención terapéutica con los agresores contra la pareja. *Revista Española de Medicina Legal*, 36(3), Art. 3.
- Echeburua, E., & Fernandez-Montalvo, J. (1997). Cognitive-Behavioural Treatment of Violent Men in the Home: A Pilot Study. *Analysis and Modification of Behaviour*, 23, 355-384.
- Echeburúa, E., Fernández-Montalvo, J., & de Corral, P. (2008). ¿Hay diferencias entre la violencia grave y la violencia menos grave contra la pareja?: Un análisis comparativo. 8, 29.
- Eckhardt, C. I., Samper, R., Suhr, L., & Holtzworth-Munroe, A. (2012). Implicit attitudes toward violence among male perpetrators of intimate partner violence: A preliminary investigation. *Journal of interpersonal violence*, 27(3), Art. 3.
- Eickhoff, S. B., & Müller, V. I. (2015). *Functional connectivity*.
- Elbow, M. (1977). Theoretical considerations of violent marriages. *Social casework*, 58(9), Art. 9.
- Ellsberg, M., Jansen, H. A., Heise, L., Watts, C. H., & Garcia-Moreno, C. (2008). Intimate partner violence and women's physical and mental health in the WHO multi-country study on

- women's health and domestic violence: An observational study. *The Lancet*, 371(9619), Art. 9619.
- Estébanez, I. (2012). *Del amor al control a golpe de click: La violencia de género en las redes sociales*. IV Jornada de Sensibilización sobre la Violencia de Género.
- Expósito, F., & Moya, M. (2011). Violencia de género. *Mente y cerebro*, 48(1), Art. 1.
- Expósito, F., & Ruiz, S. (2010). Reeducción de maltratadores: Una experiencia de intervención desde la perspectiva de género. *Psychosocial Intervention*, 19(2), Art. 2.
- Expósito-Álvarez, C., Lila, M., Gracia, E., Martín-Fernández, M., Expósito-Álvarez, C., Lila, M., Gracia, E., & Martín-Fernández, M. (2021). Los factores de riesgo y las necesidades de tratamiento de los participantes en los programas de intervención con maltratadores con problemas de abuso de sustancias. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, 13(2), Art. 2. <https://doi.org/10.5093/ejpalc2021a9>
- Farrer, T. J., Frost, R. B., & Hedges, D. W. (2012). Prevalence of traumatic brain injury in intimate partner violence offenders compared to the general population: A meta-analysis. *Trauma, Violence, & Abuse*, 13(2), Art. 2.rose
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Fehr, E., & Camerer, C. F. (2007). Social neuroeconomics: The neural circuitry of social preferences. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 419-427.
- Fernández-Abascal, E. G., Cabello, R., Fernández-Berrocal, P., & Baron-Cohen, S. (2013). Test-retest reliability of the 'Reading the Mind in the Eyes' test: A one-year follow-up study. *Molecular Autism*, 4, 1-6. <https://doi.org/10.1186/2040-2392-4-33>
- Fernández-Fillol, C., Pitsiakou, C., Perez -Garcia, M., Teva, I., & Hidalgo- Ruzzante, N. (2021). Complex PTSD in survivors of intimate partner violence: Risk factors related to symptoms and diagnoses. *European Journal of Psychotraumatology*, 12(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1080/20008198.2021.2003616>
- Fernández-Montalvo, J., & Echeburúa, E. (2008). Trastornos de personalidad y psicopatía en hombres condenados por violencia grave contra la pareja. *Psicothema*, 20(2), 193-198.
- Fernández-Montalvo, J., Echaury, J. A., Azcárate, J. M., Martínez, M., Siria, S., & López-Goñi, J. J. (2022). What differentiates batterer men with and without histories of childhood family violence? *Journal of Interpersonal Violence*, 37(7-8), Art. 7-8.

- Figley, C. R., & Stroman, P. W. (2011). The role (s) of astrocytes and astrocyte activity in neurometabolism, neurovascular coupling, and the production of functional neuroimaging signals. *European Journal of Neuroscience*, 33(4), Art. 4.
- Fischer, A., Manstead, A., Lewis, I., Haviland-Jones, J., & Barrett, L. (2016). *Social Functions of Emotion and Emotion Regulation*.
- Fiske, S. T., & Taylor, S. E. (2013). *Social cognition: From brains to culture*. Sage.
- Fiske, S. T., & Taylor, S. E. (2020). Social Cognition evolves: Illustrations from our work on Intergroup Bias and on Healthy Adaptation. *Psicothema*, 32, 291-297. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.197>
- Foran, H. M., & O'Leary, K. D. (2008). Problem drinking, jealousy, and anger control: Variables predicting physical aggression against a partner. *Journal of Family Violence*, 23(3), Art. 3.
- Ford, B. Q., & Gross, J. J. (2018). Emotion regulation: Why beliefs matter. *Canadian Psychology/psychologie canadienne*, 59(1), Art. 1.
- Fox, M. D., & Greicius, M. (2010). Clinical applications of resting state functional connectivity. *Frontiers in systems neuroscience*, 19.
- Fox, M. D., & Raichle, M. E. (2007). Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional magnetic resonance imaging. *Nature reviews neuroscience*, 8(9), Art. 9.
- Francis, H. S. Q. (2017). La violencia de género y el derecho penal. *Dominio de las Ciencias*, 3(4), Art. 4.
- Friston, K. J. (1994). Functional and effective connectivity in neuroimaging: A synthesis. *Human brain mapping*, 2(1-2), Art. 1-2.
- Friston, K. J. (2011). Functional and effective connectivity: A review. *Brain connectivity*, 1(1), Art. 1.
- Friston, K. J., Kahan, J., Biswal, B., & Razi, A. (2014). A DCM for resting state fMRI. *NeuroImage*, 94, 396-407. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.009>
- Friston, K. J., Litvak, V., Oswal, A., Razi, A., Stephan, K. E., van Wijk, B. C. M., Ziegler, G., & Zeidman, P. (2016). Bayesian model reduction and empirical Bayes for group (DCM) studies. *NeuroImage*, 128, 413-431. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.11.015>
- Friston, K. J., Preller, K. H., Mathys, C., Cagnan, H., Heinzle, J., Razi, A., & Zeidman, P. (2019). Dynamic causal modelling revisited. *Neuroimage*, 199, 730-744.

- Friston, K., Moran, R., & Seth, A. K. (2013). Analysing connectivity with Granger causality and dynamic causal modelling. *Current opinion in neurobiology*, 23(2), Art. 2.
- Gage, A. J., & Thomas, N. J. (2017). Women's work, gender roles, and intimate partner violence in Nigeria. *Archives of sexual behavior*, 46(7), Art. 7.
- Gauthier, C. J., & Fan, A. P. (2019). BOLD signal physiology: Models and applications. *NeuroImage*, 187, 116-127. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.03.018>
- George, D. T., Rawlings, R. R., Williams, W. A., Phillips, M. J., Fong, G., Kerich, M., & Hommer, D. (2004). A select group of perpetrators of domestic violence: Evidence of decreased metabolism in the right hypothalamus and reduced relationships between cortical/subcortical brain structures in position emission tomography. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 130(1), Art. 1.
- Giménez-Navarro, M., Contreras-Rodríguez, O., & Soriano-Mas, C. (2020). *Neuroimagen para neuropsicólogos*. Síntesis.
- Glenn, A. L., Raine, A., & Schug, R. A. (2009). The neural correlates of moral decision-making in psychopathy. *Molecular psychiatry*, 14(1), 5-6.
- GOBIERNO, D. (2004). *Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género*.
- Golkar, A., Lonsdorf, T. B., Olsson, A., Lindstrom, K. M., Berrebi, J., Fransson, P., Schalling, M., Ingvar, M., & Öhman, A. (2012). Distinct contributions of the dorsolateral prefrontal and orbitofrontal cortex during emotion regulation. *PloS one*, 7(11), Art. 11.
- Gondolf, E. W. (1988). Who are those guys? Toward a behavioral typology of batterers. *Violence and victims*, 3(3), Art. 3.
- González-Álvarez, J. L., Soldino, V., Santos-Hermoso, J., & Carbonell-Vayá, E. J. (2021). *Matching batterer typologies with their risk of recidivism: Boosting the applicability of typological research*.
- Gottman, J. M., Jacobson, N. S., Rushe, R. H., Shortt, J. W., Babcock, J. C., LaTaillade, J. J., & Waltz, J. (1995). The relationship between heart rate reactivity, emotionally aggressive behavior, and general violence in batterers. *Journal of Family Psychology*, 9, 227–248
- Gratz, K. L., & Roemer, L. (2004). Multidimensional Assessment of Emotion Regulation and Dysregulation: Development, Factor Structure, and Initial Validation of the Difficulties in Emotion Regulation Scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 26(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1023/B:JOBA.0000007455.08539.94>

- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1017/S0048577201393198>
- Gross, J. J. (2015). Emotion Regulation: Current Status and Future Prospects. *Psychological Inquiry*, 26(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2014.940781>
- Gross, J. J., & Jazaieri, H. (2014). Emotion, Emotion Regulation, and Psychopathology: An Affective Science Perspective. *Clinical Psychological Science*, 2(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1177/2167702614536164>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 348.
- Gross, J. J., & Thompson, R. A. (2006). Emotion regulation: Conceptual foundations. *Handbook of emotion regulation*.
- Guell, X., Gabrieli, J. D. E., & Schmahmann, J. D. (2018). Triple representation of language, working memory, social and emotion processing in the cerebellum: Convergent evidence from task and seed-based resting-state fMRI analyses in a single large cohort. *NeuroImage*, 172, 437-449. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.01.082>
- Gutiérrez, A. L., & Solís, F. O. (2011). Desarrollo de las Funciones Ejecutivas y de la Corteza Prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), Art. 1.
- Habas, C., Kamdar, N., Nguyen, D., Prater, K., Beckmann, C. F., Menon, V., & Greicius, M. D. (2009). Distinct cerebellar contributions to intrinsic connectivity networks. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 29, 8586-8594. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1868-09.2009>
- Hallion, L. S., Steinman, S. A., Tolin, D. F., & Diefenbach, G. J. (2018). Psychometric properties of the Difficulties in Emotion Regulation Scale (DERS) and its short forms in adults with emotional disorders. *Frontiers in Psychology*, 9, 539.
- Hamberger, L. K., & Hastings, J. E. (1985). Personality correlates of men who abuse their partners: Some preliminary data. *meeting of the Society for Personality Assessment, Berkeley, CA*.
- Hampshire, A., Chamberlain, S. R., Monti, M. M., Duncan, J., & Owen, A. M. (2010). The role of the right inferior frontal gyrus: Inhibition and attentional control. *NeuroImage*, 50, 1313-1319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.12.109>
- Happé, F., & Frith, U. (2014). Annual research review: Towards a developmental neuroscience of atypical social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(6), 553-577.

- Harenski, C. L., & Hamann, S. (2006). Neural correlates of regulating negative emotions related to moral violations. *Neuroimage*, *30*(1), Art. 1.
- Harrison, B. J. (2011). Task-induced deactivation from rest extends beyond the default mode brain network. *PLoS One*, *6*, 22964.
- Heise, L. L. (1998). Violence against women: An integrated, ecological framework. *Violence against women*, *4*(3), Art. 3.
- Helion, C., & Ochsner, K. N. (2018). The role of emotion regulation in moral judgment. *Neuroethics*, *11*(3), Art. 3.
- Heredia, X. S., & Ausina, D. R. T. (2017). *La prevención de la violencia de género en los Institutos de Educación Secundaria Obligatoria de las Islas Baleares*. 45.
- Hernández, R. P., & Gras, R. M. L. (2005). Víctimas de violencia familiar: Consecuencias psicológicas en hijos de mujeres maltratadas. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, *21*(1), Art. 1.
- Herrero, J., Torres, A., Fernández-Suárez, A., & Rodríguez-Díaz, F. J. (2016). Generalists versus specialists: Toward a typology of batterers in prison. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, *8*(1), Art. 1.
- Herrington, J. D., Taylor, J. M., Grupe, D. W., Curby, K. M., & Schultz, R. T. (2011). Bidirectional communication between amygdala and fusiform gyrus during facial recognition. *Neuroimage*, *56*, 2348-2355.
- Hervás, G., & Jódar, R. (2008). Adaptación al castellano de la Escala de Dificultades en la Regulación Emocional. *Clínica y salud*, *19*, 139-156.
- Hidalgo-Ruzzante, N., Gómez, P., Bueso-Izquierdo, N., Jiménez, P., Martín Del Moral, E., & Pérez-García, M. (2012a). Secuelas cognitivas en mujeres víctimas de violencia de género. *Congreso para el estudio de la violencia contra las mujeres*.
- Hirsch, G. V., Bauer, C. M., & Merabet, L. B. (2015). Using structural and functional brain imaging to uncover how the brain adapts to blindness. *Annals of Neuroscience and Psychology*, *2*.
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in cognitive sciences*, *16*(3), Art. 3.
- Holler, K., & Kavanaugh, B. (2013). Physical aggression, diagnostic presentation, and executive functioning in inpatient adolescents diagnosed with mood disorders. *Child Psychiatry & Human Development*, *44*(4), Art. 4.

- Holtzworth-Munroe, A., & Stuart, G. L. (1994). Typologies of male batterers: Three subtypes and the differences among them. *Psychological bulletin*, 116(3), Art. 3.
- Holtzworth-Munroe, A., Meehan, J. C., Herron, K., Rehman, U., & Stuart, G. L. (2000). Testing the Holtzworth-Munroe and Stuart (1994) batterer typology. *Journal of consulting and clinical psychology*, 68(6), Art. 6.
- Hong, S. B. (2015). A selective involvement of putamen functional connectivity in youth with internet gaming disorder. *Brain Research*, 1602, 85-95.
- Horan, W. P., Hajcak, G., Wynn, J. K., & Green, M. F. (2013). Impaired emotion regulation in schizophrenia: Evidence from event-related potentials. *Psychological Medicine*, 43(11), Art. 11. <https://doi.org/10.1017/S0033291713000019>
- Horne, K., Henshall, K., & Golden, C. (2020). Intimate partner violence and deficits in executive function. *Aggression and violent behavior*, 54, 101412.
- Huertas, I. M. (2007). Malos tratos, violencia doméstica y violencia de género desde el punto de vista jurídico. En *II Congreso sobre Violencia Doméstica y de Género: Granada* (Vol. 23, pp. 91-110).
- Humenik, A. M., Grounds, Z. K., Mayer, H. M., & Dolan, S. L. (2020). A systematic review of executive cognitive function in intimate partner violent offenders. *Aggression and Violent Behavior*, 54, 101407. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2020.101407>
- Iacoboni, M., Lieberman, M. D., Knowlton, B. J., Molnar-Szakacs, I., Moritz, M., Throop, C. J., & Fiske, A. P. (2004). Watching social interactions produces dorsomedial prefrontal and medial parietal BOLD fMRI signal increases compared to a resting baseline. *Neuroimage*, 21(3), Art. 3.
- Jafarian, A., Litvak, V., Cagnan, H., Friston, K. J., & Zeidman, P. (2020). Comparing dynamic causal models of neurovascular coupling with fMRI and EEG/MEG. *NeuroImage*, 216, 116734.
- Jakupcak, M. (2003). Masculine gender role stress and men's fear of emotions as predictors of self-reported aggression and violence. *Violence and Victims*, 18(5), Art. 5.
- Jimenez, A. M., Riedel, P., Lee, J., Reavis, E. A., & Green, M. F. (2019). Linking resting-state networks and social cognition in schizophrenia and bipolar disorder. *Human brain mapping*, 40(16), Art. 16.
- Kalmuss, D. (1984). The intergenerational transmission of marital aggression. *Journal of Marriage and the Family*, 11-19.

- Kasai, K., Fukuda, M., Yahata, N., Morita, K., & Fujii, N. (2015). The future of real-world neuroscience: Imaging techniques to assess active brains in social environments. *Neuroscience Research*, *90*, 65-71.
- Klaus, J., & Schutter, D. J. L. G. (2021). Functional topography of anger and aggression in the human cerebellum. *NeuroImage*, *226*, 117582. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117582>
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R. T., & Volkmar, F. R. (2005). *The Enactive Mind-From Actions to Cognition: Lessons from Autism*.
- Kohn, N., Eickhoff, S. B., Scheller, M., Laird, A. R., Fox, P. T., & Habel, U. (2014). Neural network of cognitive emotion regulation—An ALE meta-analysis and MACM analysis. *NeuroImage*, *87*, 345-355. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.001>
- Korponay, C., Pujara, M., Deming, P., Philippi, C., Decety, J., Kosson, D. S., Kiehl, K. A., & Koenigs, M. (2017). Impulsive-antisocial psychopathic traits linked to increased volume and functional connectivity within prefrontal cortex. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *12*(7), Art. 7. <https://doi.org/10.1093/scan/nsx042>
- Krämer, U. M., Jansma, H., Tempelmann, C., & Münte, T. F. (2007). Tit-for-tat: The neural basis of reactive aggression. *Neuroimage*, *38*, 203-211.
- Krause, E. D., Kaltman, S., Goodman, L. A., & Dutton, M. A. (2008). Avoidant coping and PTSD symptoms related to domestic violence exposure: A longitudinal study. *Journal of traumatic stress*, *21*(1), Art. 1.
- Krause-Utz, A., Mertens, L. J., Renn, J. B., Lucke, P., Wöhlke, A. Z., van Schie, C. C., & Mouthaan, J. (2021). Childhood maltreatment, borderline personality features, and coping as predictors of intimate partner violence. *Journal of interpersonal violence*, *36*(13-14), Art. 13-14.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & others. (1997). International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. *NIMH Center for the Study of Emotion and Attention*, *1*(39-58), Art. 39-58.
- Lang, S., Yu, T., Markl, A., Müller, F., & Kotchoubey, B. (2011). Hearing others' pain: Neural activity related to empathy. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *11*, 386-395. <https://doi.org/10.3758/s13415-011-0035-0>
- Langer, A., & Lawrence, E. (2010). Emotion regulation and experiential avoidance in intimate partner violence. *Advances in psychology research*, *70*, 73-101.

- Langner, R., Leiberg, S., Hoffstaedter, F., & Eickhoff, S. B. (2018). Towards a human self-regulation system: Common and distinct neural signatures of emotional and behavioural control. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *90*, 400-410. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.04.022>
- Lau, W. K., Leung, M.-K., & Lau, B. W. (2019). Resting-state abnormalities in autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Scientific reports*, *9*(1), Art. 1.
- Lawson, J. (2012). Sociological theories of intimate partner violence. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, *22*(5), Art. 5.
- Lee, M. H., Smyser, C. D., & Shimony, J. S. (2013). Resting-state fMRI: A review of methods and clinical applications. *American Journal of neuroradiology*, *34*(10), Art. 10.
- Lee, T. M. C., Chan, S. C., & Raine, A. (2008). Strong limbic and weak frontal activation to aggressive stimuli in spouse abusers. *Molecular Psychiatry*, *13*, 655-656. <https://doi.org/10.1038/mp.2008.46>
- Lee, T. M., Chan, S. C., & Raine, A. (2009). Hyperresponsivity to threat stimuli in domestic violence offenders: A functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Clinical Psychiatry*, *70*, 36-45.
- Leggio, M., & Olivito, G. (2018). Topography of the cerebellum in relation to social brain regions and emotions. *Handbook of Clinical Neurology*, *154*, 71-84. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63956-1.00005-9>
- Leonard, K. E., & Quigley, B. M. (2017). Thirty years of research show alcohol to be a cause of intimate partner violence: Future research needs to identify who to treat and how to treat them. *Drug and alcohol review*, *36*(1), Art. 1.
- Leutgeb, V., Wabnegger, A., Leitner, M., Zussner, T., Scharmüller, W., Klug, D., & Schienle, A. (2016). Altered cerebellar-amygdala connectivity in violent offenders: A resting-state fMRI study. *Neuroscience Letters*, *610*, 160-164. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.10.063>
- Li, W., Mai, X., & Liu, C. (2014). The default mode network and social understanding of others: What do brain connectivity studies tell us. *Frontiers in Human Neuroscience*, *0*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00074>
- Lila, M., Gracia, E., & Herrero, J. (2012). Asunción de responsabilidad en hombres maltratadores: Influencia de la autoestima, la personalidad narcisista y la personalidad antisocial. *Revista Latinoamericana de psicología*, *44*(2), Art. 2.

- Lila, M., Gracia, E., & Murgui, S. (2013). Psychological adjustment and victim-blaming among intimate partner violence offenders: The role of social support and stressful life events. *The European journal of psychology applied to legal context*, 5(2), Art. 2.
- Lila, M., Herrero, J., & Gracia, E. (2008). Evaluating attribution of responsibility and minimization by male batterers: Implications for batterer programs. *The Open Criminology Journal*, 1(1), Art. 1.
- Llamas, C. C., & Dato, M. A. S. (2020). Las otras víctimas: Consecuencias y reconocimiento legal de los menores de edad víctimas de la violencia de género ejercida en el hogar. *Boletín criminológico*, 26(191), Art. 191.
- Llor-Esteban, B., García-Jiménez, J. J., Ruiz-Hernández, J. A., & Godoy-Fernández, C. (2016). Profile of partner aggressors as a function of risk of recidivism. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 16(1), Art. 1.
- Loinaz, I. (2014). Distorsiones cognitivas en agresores de pareja: Análisis de una herramienta de evaluación. *Terapia psicológica*, 32(1), Art. 1.
- Loinaz, I., Echeburúa, E., & Torrubia, R. (2010). Typology of incarcerated intimate partner aggressors. *Psicothema*, 22(1), Art. 1.
- Loinaz, I., Echeburúa, E., M, O.-T., & P.J, A. (2012). Propiedades psicométricas de la Conflict Tactics Scales (CTS-2) en una muestra española de agresores de pareja. *Psicothema*, 24, 142-148.
- Loinaz, I., Sánchez, L. M., & Vilella, A. (2021). Understanding empathy, self-esteem, and adult attachment in sexual offenders and partner-violent men. *Journal of interpersonal violence*, 36(5-6), Art. 5-6.
- López-Ossorio, J. J., Álvarez, J. L. G., Pascual, S. B., García, L. F., & Buela-Casal, G. (2017). Risk factors related to intimate partner violence police recidivism in Spain. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 17(2), Art. 2.
- Lorente-Acosta, M. (2004). *El rompecabezas: Anatomía del maltratador*.
- Loxton, D., Dolja-Gore, X., Anderson, A. E., & Townsend, N. (2017). Intimate partner violence adversely impacts health over 16 years and across generations: A longitudinal cohort study. *PLoS One*, 12(6), Art. 6.
- Lu, F., Wang, M., Xu, S., Chen, H., Yuan, Z., Luo, L., & Zhou, J. (2021). Decreased interhemispheric resting-state functional connectivity in male adolescents with conduct disorder. *Brain Imaging and Behavior*, 15(3), Art. 3.

- Luo, C., Lupiáñez, J., Funes, M. J., & Fu, X. (2013). Reduction of the spatial Stroop effect by peripheral cueing as a function of the presence/absence of placeholders. *PLoS One*, 8, 69456.
- Luyten, P., & Fonagy, P. (2015). The neurobiology of mentalizing. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 6(4), Art. 4.
- Lv, H., Wang, Z., Tong, E., Williams, L. M., Zaharchuk, G., Zeineh, M., Goldstein-Piekarski, A. N., Ball, T. M., Liao, C., & Wintermark, M. (2018). Resting-state functional MRI: Everything that nonexperts have always wanted to know. *American Journal of Neuroradiology*, 39(8), Art. 8.
- Ma, Q., Pu, M., Haihambo, N. P., Baetens, K., Heleven, E., Deroost, N., & Overwalle, F. (2021). The posterior cerebellum and temporoparietal junction support explicit learning of social belief sequences. *Cognitive, Affective*. <https://doi.org/10.3758/s13415-021-00966-x>
- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288, 1835-1838.
- Marín-Morales, A., Bueso-Izquierdo, N., Hidalgo-Ruzzante, N., Pérez-García, M., Catena-Martínez, A., & Verdejo-Román, J. (2022a). “Would You Allow Your Wife to Dress in a Miniskirt to the Party”?: Batterers Do Not Activate Default Mode Network During Moral Decisions About Intimate Partner Violence. *Journal of Interpersonal Violence*, 37(3-4), Art. 3-4. <https://doi.org/10.1177/0886260520926494>
- Marín-Morales, A., Pérez-García, M., Catena-Martínez, A., & Verdejo-Román, J. (2022b). *Lower Brain Volume and Poorer Emotional Regulation in Partner Coercive Men and Other Offenders*. *Psychology of Violence*.
- Marín-Morales, A., Pérez-García, M., Catena-Martínez, A., & Verdejo-Román, J. (2021). Emotional Regulation in Male Batterers When Faced With Pictures of Intimate Partner Violence. Do They Have a Problem With Suppressing or Experiencing Emotions? *Journal of Interpersonal Violence*, 37(11-12), Art. 11-12. <https://doi.org/10.1177/0886260520985484>
- Marroquín, B., Tennen, H., & Stanton, A. L. (2017). Coping, Emotion Regulation, and Well-Being: Intrapersonal and Interpersonal Processes. En M. D. Robinson & M. Eid (Eds.), *The Happy Mind: Cognitive Contributions to Well-Being* (pp. 253-274). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58763-9_14
- Marsh, N. V., & Martinovich, W. (2006). Executive dysfunction and domestic violence. *Brain Injury*, 20(1), Art. 1.

- Martino, A. (2008.). *Functional connectivity of human striatum: A resting state FMRI study.*
- Matheson, F. I., Daoud, N., Hamilton-Wright, S., Borenstein, H., Pedersen, C., & O'Campo, P. (2015). Where did she go? The transformation of self-esteem, self-identity, and mental well-being among women who have experienced intimate partner violence. *Women's health issues, 25*(5), Art. 5.
- Mauss, I. B., Cook, C. L., Cheng, J. Y. J., & Gross, J. J. (2007). Individual differences in cognitive reappraisal: Experiential and physiological responses to an anger provocation. *International Journal of Psychophysiology, 66*(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.03.017>
- McNulty, J. K., & Hellmuth, J. C. (2008). Emotion regulation and intimate partner violence in newlyweds. *Journal of Family Psychology, 22*, 794-797. <https://doi.org/10.1037/a0013516>
- Misso, D., Schweitzer, R. D., & Dimaggio, G. (2019). Metacognition: A potential mechanism of change in the psychotherapy of perpetrators of domestic violence. *Journal of Psychotherapy Integration, 29*, 248. <https://doi.org/10.1037/int0000111>
- Miyahara, M., Harada, T., Ruffman, T., Sadato, N., & Iidaka, T. (2011). Functional connectivity between amygdala and facial regions involved in recognition of facial threat. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8*, 181-189.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science, 21*(1), Art. 1.
- Möller, C., Falkenström, F., Holmqvist Larsson, M., & Holmqvist, R. (2014). Mentalizing in young offenders. *Psychoanalytic Psychology, 31*, 84-99. <https://doi.org/10.1037/a0035555>
- Morawetz, C., Berboth, S., Kohn, N., Jackson, P. L., & Jauniaux, J. (2022). Reappraisal and empathic perspective-taking – More alike than meets the eyes. *NeuroImage, 255*, 119194. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119194>
- Morawetz, C., Bode, S., Baudewig, J., Jacobs, A. M., & Heekeren, H. R. (2016). Neural representation of emotion regulation goals. *Human Brain Mapping, 37*(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1002/hbm.23053>
- Morawetz, C., Bode, S., Derntl, B., & Heekeren, H. R. (2017). The effect of strategies, goals and stimulus material on the neural mechanisms of emotion regulation: A meta-analysis of fMRI studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 72*, 111-128. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.11.014>

- Morawetz, C., Riedel, M. C., Salo, T., Berboth, S., Eickhoff, S. B., Laird, A. R., & Kohn, N. (2020). Multiple large-scale neural networks underlying emotion regulation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *116*, 382-395. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.07.001>
- Muñiz Rivas, M., & Cuesta Roldán, J. (2015). La violencia de género en entornos virtuales. *Revista del Cisen Tramas Maepova*, *3*(2), Art. 2.
- Muñoz, J. M., & Echeburúa, E. (2016). Diferentes modalidades de violencia en la relación de pareja: Implicaciones para la evaluación psicológica forense en el contexto legal español. *Anuario de Psicología Jurídica*, *26*(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2015.10.001>
- Nathanson, A. M., Shorey, R. C., Tirone, V., & Rhatigan, D. L. (2012). The prevalence of mental health disorders in a community sample of female victims of intimate partner violence. *Partner Abuse*, *3*, 59-75.
- Niven, K. (2017). The four key characteristics of interpersonal emotion regulation. *Current opinion in psychology*, *17*, 89-93.
- Nyline, B., Softas-Nall, L., Peterson, E., Peake, M., & Woods, C. J. (2018). Inaccuracies in facial recognition of fear and sadness for male domestic violence offenders. *Open Journal of Social Sciences*, *6*(02), 37.
- Ochsner, K. N., Silvers, J. A., & Buhle, J. T. (2012). Functional imaging studies of emotion regulation: A synthetic review and evolving model of the cognitive control of emotion. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1251*, E1-24. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06751.x>
- Olf, M., & Wall, S. (2014). Intimate partner violence and mental health—Remarks from two Chief Editors on a joint publishing venture. En *European Journal of Psychotraumatology* (Vol. 5, Número 1, p. 25679). Taylor & Francis.
- Organization, W. H. (2013). *Responding to intimate partner violence and sexual violence against women: WHO clinical and policy guidelines*. World Health Organization.
- Organization, W. H. (2021). *Violence against women prevalence estimates, 2018: Global, regional and national prevalence estimates for intimate partner violence against women and global and regional prevalence estimates for non-partner sexual violence against women*.
- Overwalle, F., & Baetens, K. (2009). Understanding others' actions and goals by mirror and mentalizing systems: A meta-analysis. *Neuroimage*, *48*(3), Art. 3.

- Overwalle, F., Ma, Q., & Heleven, E. (2020). The Posterior Crus II Cerebellum is specialized for Social Mentalizing and Emotional self-Experiences: A Meta-analysis. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa124>
- Park, H.-J., & Friston, K. (2013). Structural and functional brain networks: From connections to cognition. *Science*, 342(6158), Art. 6158.
- Pastor, I., Eraso, A. B., Merino, M. C., & Merino, P. P. (2021). La violencia de género en España: Un análisis quince años después de la Ley 1/2004. *REIS: Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 174, Art. 174.
- Patró-Hernández, R. M. (2017). Chapter 7 - Intimate Partner Violence Against Women: Prevention and Intervention Strategies in Spain. En M. P. Sánchez-López & R. M. Limiñana-Gras (Eds.), *The Psychology of Gender and Health* (pp. 199-229). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803864-2.00007-9>
- Pérez-Albéniz, A., De Paúl, J., Etxeberria, J., Montes, M. P., & Torres, E. (2003). Adaptación de interpersonal reactivity index (IRI) al español. *Psicothema*, 267-272.
- Persampiere, J., Poole, G., & Murphy, C. M. (2014). Neuropsychological correlates of anger, hostility, and relationship-relevant distortions in thinking among partner violent men. *Journal of Family Violence*, 29(6), Art. 6.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature reviews neuroscience*, 9(2), Art. 2.
- Petzold, G. C., & Murthy, V. N. (2011). Role of astrocytes in neurovascular coupling. *Neuron*, 71(5), Art. 5.
- Phan K. L., , Fitzgerald D. A., , Nathan P. J., , Moore G. J., , Uhde T. W., , & Tancer M. E. (2005). Neural substrates for voluntary suppression of negative affect: a functional magnetic resonance imaging study. *Biological Psychiatry*, 57(3), 210–219.
- Pinto, L. A. (2010). Biological Correlates of Intimate Partner Violence Perpetration. *Aggression and Violent Behavior*, 15, 387-398.
- Plazaola-Castaño, J., & Pérez, I. R. (2004). Violencia contra la mujer en la pareja y consecuencias en la salud física y psíquica. *Medicina clínica*, 122, 461-467.
- Pujol, J., Harrison, B. J., Contreras-Rodríguez, O., & Cardoner, N. (2019). The contribution of brain imaging to the understanding of psychopathy. *Psychological Medicine*, 49(1), Art. 1.

- Raine, A. (2019). The neuromoral theory of antisocial, violent, and psychopathic behavior. *Psychiatry Research*, 277, 64-69.
- Reichel, D. (2017). Determinants of intimate partner violence in Europe: The role of socioeconomic status, inequality, and partner behavior. *Journal of interpersonal violence*, 32(12), Art. 12.
- Reniers, R. L. E. P. (2012). Moral decision-making, ToM, empathy and the default mode network. *Biological Psychology*, 90(3), Art. 3.
- Repple, J., Pawliczek, C. M., Voss, B., Siegel, S., Schneider, F., Kohn, N., & Habel, U. (2017). From provocation to aggression: The neural network. *BMC neuroscience*, 18(1), Art. 1.
- Ridderinkhof, K. R., Den Wildenberg, W. P., Segalowitz, S. J., & Carter, C. S. (2004). Neurocognitive mechanisms of cognitive control: The role of prefrontal cortex in action selection, response inhibition, performance monitoring, and reward-based learning. *Brain and Cognition*, 56, 129-140.
- Rilling, J. K., & Sanfey, A. G. (2011). The neuroscience of social decision-making. *Annual Review of Psychology*, 62, 23-48.
- Rilling, J. K., King-Casas, B., & Sanfey, A. G. (2008). The neurobiology of social decision-making. *Current opinion in neurobiology*, 18(2), Art. 2.
- Roberton, T., Daffern, M., & Bucks, R. S. (2012). Emotion regulation and aggression. *Aggression and Violent Behavior*, 17(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2011.09.006>
- Rodríguez, N. R., Gómez, J. L. G., & Cieza, L. G. (2009). Características sociodemográficas y delictivas de maltratadores en tratamiento psicológico. *Psicopatología clínica legal y forense*, 9(1), Art. 1.
- Rodríguez-Franco, L., Gracia, C., Juarros-Basterretxea, J., Fernández-Suárez, A., & Rodríguez-Díaz, F. J. (2017). Agresores generalistas y especialistas en violencia de parejas jóvenes y adolescentes: Implicaciones en la implementación de los programas de prevención. *Acción Psicológica*, 14(2), Art. 2.
- Romero-Martínez, Á., González, M., Lila, M., Gracia, E., Martí-Bonmatí, L., Alberich-Bayarri, Á., Maldonado-Puig, R., Ten-Esteve, A., & Moya-Albiol, L. (2019a). The Brain Resting-State Functional Connectivity Underlying Violence Proneness: Is It a Reliable Marker for Neurocriminology? *A Systematic Review*. <https://doi.org/10.3390/bs9010011>
- Romero-Martínez, Á., Lila, M., Gracia, E., Rodríguez, C. M., & Moya-Albiol, L. (2019b). Acceptability of intimate partner violence among male offenders: The role of set-shifting

and emotion decoding dysfunctions as cognitive risk factors. *International journal of environmental research and public health*, 16(9), Art. 9.

Romero-Martínez, Á., Lila, M., & Moya-Albiol, L. (2016a). Empathy Impairments in Intimate Partner Violence Perpetrators With Antisocial and Borderline Traits: A Key Factor in the Risk of Recidivism. *Violence and Victims*, 31, 347-360. <https://doi.org/10.1891/0886-6708.VV-D-14-00149>

Romero-Martínez, Á., Lila, M., & Moya-Albiol, L. (2016b). Testosterone and attention deficits as possible mechanisms underlying impaired emotion recognition in intimate partner violence perpetrators. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, 8(2), Art. 2.

Romero-Martínez, Á., Lila, M., & Moya-Albiol, L. (2021a). Alexithymic traits are closely related to impulsivity and cognitive and empathic dysfunctions in intimate partner violence perpetrators: New targets for intervention. *Applied Neuropsychology: Adult*, 28(1), Art. 1.

Romero-Martínez, Á., Lila, M., Vitoria-Estruch, S., & Moya-Albiol, L. (2021b). Can attention and working memory impairments of intimate partner perpetrators explain their risky decision making? *Journal of interpersonal violence*, 36(11-12), Art. 11-12.

Romero-Martínez, Á., Lila, M., Sariñana-González, P., González-Bono, E., & Moya-Albiol, L. (2013). High testosterone levels and sensitivity to acute stress in perpetrators of domestic violence with low cognitive flexibility and impairments in their emotional decoding process: A preliminary study. *Aggressive behavior*, 39(5), Art. 5.

Rosenbaum, A., Hoge, S. K., Adelman, S. A., Warnken, W. J., Fletcher, K. E., & Kane, R. L. (1994). Head injury in partner-abusive men. *Journal of consulting and clinical psychology*, 62(6), Art. 6.

Rosich Solé, L., & Micciola, E. (2021). *Violencia de Género: Herramientas para un modelo de intervención*.

Ruiz-Pérez, I., Pastor-Moreno, G., Ruiz-Pérez, I., & Pastor-Moreno, G. (2021). Medidas de contención de la violencia de género durante la pandemia de COVID-19. *Gaceta Sanitaria*, 35(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.04.005>

Salas-Picón, W. M., & Cáceres Durán, I. R. (2017). Social cognition in partner violence: A neurocriminological perspective. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 13(2), Art. 2.

Sancho, V. M. (2017). Victimización secundaria en los supuestos de violencia contra mujeres inmigrantes en situación administrativa irregular. *Migraciones. Publicación del Instituto*

- Sanfey, A. G. (2007). Decision neuroscience: New directions in studies of judgment and decision making. *Current Directions in Psychological Science*, 16(3), Art. 3.
- Sanfey, A. G., & Rilling, J. K. (2011). Neural bases of social decision making. En *Neuroscience of decision making* (pp. 235-254). Psychology Press.
- Satterthwaite, T. D. (2013). An Improved Framework for Confound Regression and Filtering for Control of Motion Artifact in the Preprocessing of Resting-State Functional Connectivity Data. *Neuroimage*, 64, 240-256.
- Schmahmann, J. D. (2004). Disorders of the Cerebellum: Ataxia, Dysmetria of Thought, and the Cerebellar Cognitive Affective Syndrome. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 16, 367-378. <https://doi.org/10.1176/jnp.16.3.367>
- Schurz, M., & Perner, J. (2015). An evaluation of neurocognitive models of theory of mind. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.01610>
- Sebastián, J., Ortiz, B., Gil, M., del Arroyo, M. G., Hernáiz, A., & Hernández, J. (2010). La Violencia en las relaciones de pareja de los jóvenes?` hacia dónde caminamos? *Clínica contemporánea*, 1(2), Art. 2.
- Shinn, A. K., Baker, J. T., Lewandowski, K. E., Öngür, D., & Cohen, B. M. (2015). Aberrant cerebellar connectivity in motor and association networks in schizophrenia. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 134. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00134>
- Shmuel, A., & Maier, A. (2015). Locally measured neuronal correlates of functional MRI signals. *fMRI: From Nuclear Spins to Brain Functions*, 105-128.
- Shorey, R. C., McNulty, J. K., Moore, T. M., & Stuart, G. L. (2015). Emotion Regulation Moderates the Association Between Proximal Negative Affect and Intimate Partner Violence Perpetration. *Prevention Science*, 16(6), Art. 6. <https://doi.org/10.1007/s11121-015-0568-5>
- Siddiqui, S. V., Chatterjee, U., Kumar, D., Siddiqui, A., & Goyal, N. (2008). Neuropsychology of prefrontal cortex. *Indian journal of psychiatry*, 50(3), Art. 3.
- Siegel, J. (2013). An expanded approach to batterer intervention programs incorporating neuroscience research. *Trauma, Violence & Abuse*, 14, 295-304.

- Siep, N., Tonnaer, F., Ven, V., Arntz, A., Raine, A., & Cima, M. (2019). Anger provocation increases limbic and decreases medial prefrontal cortex connectivity with the left amygdala in reactive aggressive violent offenders. *Brain Imaging and Behavior*, *13*(5), Art. 5.
- Siever, L. J. (2008). Neurobiology of aggression and violence. *American journal of psychiatry*, *165*(4), Art. 4.
- Silvers, J. A., & Moreira, J. F. G. (2019). Capacity and tendency: A neuroscientific framework for the study of emotion regulation. *Neuroscience letters*, *693*, 35-39.
- Singh, S., & Mishra, R. C. (2011). Emotion Regulation Strategies and Their Implications for Well-Being. *Social Science International*, *27*(2), Art. 2.
- Siria, S., Leza, L., Fernández-Montalvo, J., Echaury, J. A., Azkarate, J. M., & Martínez, M. (2021). Differential psychopathological profile of male intimate partner violence perpetrators depending on Problematic alcohol use. *Addictive behaviors*, *118*, 106887.
- Skouras, S., Gispert, J. D., & Molinuevo, J. L. (2018). The Crus exhibits stronger functional connectivity with executive network nodes than with the default mode network. *Brain: A Journal of Neurology*, *141*, 24. <https://doi.org/10.1093/brain/awy025>
- Smith, R., & Lane, R. D. (2015). The neural basis of one's own conscious and unconscious emotional states. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *57*, 1-29.
- Snow, W. M., Stoesz, B. M., Anderson, J. E., Snow, W. M., Stoesz, B. M., & Anderson, J. E. (2014). The Cerebellum in Emotional Processing: Evidence from Human and Non-Human Animals. *AIMS Neuroscience*, *1*, 96-119. <https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2014.1.96>
- Sokolowski, A., Morawetz, C., Folkierska-Żukowska, M., & \Lukasz Dragan, W. (2022). Brain activation during cognitive reappraisal depending on regulation goals and stimulus valence. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *17*(6), Art. 6.
- Stanford, M. S., Conklin, S. M., Helfritz, L. E., & Kockler, T. R. (2007). P3 amplitude reduction and executive function deficits in men convicted of spousal/partner abuse. *Personality and Individual Differences*, *43*(2), Art. 2.
- Stanford, M. S., Houston, R. J., Villemarette-Pittman, N. R., & Greve, K. W. (2003). Premeditated aggression: Clinical assessment and cognitive psychophysiology. *Personality and Individual Differences*, *34*(5), Art. 5.
- Stekhoven, D. J., & Bühlmann, P. (2012). *MissForest—Non-parametric missing value imputation for mixed-type data*. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr597>

- Stephan, K. E., Penny, W. D., Moran, R. J., den Ouden, H. E., Daunizeau, J., & Friston, K. J. (2010). Ten simple rules for dynamic causal modeling. *Neuroimage*, *49*(4), Art. 4.
- Stoodley, C. J. (2012). *The cerebellum and cognition: Evidence from functional imaging studies*. <https://doi.org/10.1007/s12311-011-0260-7>
- Strata, P. (2015). *The emotional cerebellum*. <https://doi.org/10.1007/s12311-015-0649-9>
- Strick, P. L., Dum, R. P., & Fiez, J. A. (2009). Cerebellum and nonmotor function. *Annual Review of Neuroscience*, *32*, 413-434. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.060407.125606>
- Sturm, V. E., Haase, C. M., & Levenson, R. W. (2016). Emotional Dysfunction in Psychopathology and Neuropathology. En *Genomics, Circuits, and Pathways in Clinical Neuropsychiatry* (pp. 345-364). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800105-9.00022-6>
- Suárez, A., Méndez, R., Negrodo, L., Fernández, M. N., Muñoz, J. M., Carbajosa, P., ... & Herrero, O. (2015). Programa de intervención para agresores de violencia de género en medidas alternativas (PRIA-MA). Ministerio del Interior, Secretaria General de Instituciones Penitenciarias. Documento Penitenciario, (10).
- Tager, D., Good, G. E., & Brammer, S. (2010). "Walking over'em": An exploration of relations between emotion dysregulation, masculine norms, and intimate partner abuse in a clinical sample of men. *Psychology of Men & Masculinity*, *11*(3), Art. 3.
- Teichner, G., Golden, C. J., Van Hasselt, V. B., & Peterson, A. (2001). Assessment of cognitive functioning in men who batter. *International Journal of Neuroscience*, *111*(3-4), Art. 3-4.
- Tettamanti, M., Vaghi, M. M., Bara, B. G., Cappa, S. F., Enrici, I., & Adenzato, M. (2017). Effective connectivity gateways to the Theory of Mind network in processing communicative intention. *NeuroImage*, *155*, 169-176.
- Teva, I., Hidalgo-Ruzzante, N., Pérez-García, M., & Bueso-Izquierdo, N. (2021). Characteristics of childhood family violence experiences in Spanish batterers. *Journal of interpersonal violence*, *36*(23-24), Art. 23-24.
- Teva, I., Marín-Morales, A., Bueso-Izquierdo, N., Pérez-García, M., & Hidalgo-Ruzzante, N. (2022). *Personality characteristics in specialist and generalist intimate partner violence perpetrators*. *Clinical Psychology & Psychotherapy*.
- Tsvetanov, K. A. (2018). Activity and connectivity differences underlying inhibitory control across the adult life span. *Journal of Neuroscience*, *38*, 7887-7900.

- Turel, O., & Bechara, A. (2016). A triadic reflective-impulsive-interoceptive awareness model of general and impulsive information system use: Behavioral tests of neuro-cognitive theory. *Frontiers in Psychology*, 7, 601.
- Tweed, R. G., & Dutton, D. G. (1998). A comparison of impulsive and instrumental subgroups of batterers. *Violence and victims*, 13(3), Art. 3.
- Ubillos-Landa, S., Puente-Martínez, A., González-Castro, J. L., Nieto-González, S., Muñoz Rujas, N. A. U., & Aguilar Romero, F. A. U. (2020). You belong to me! Meta-analytic review of the use of male control and dominance against women in intimate partner violence. *Aggress. Viol. Beh*, 52, 101392. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2020.101392>
- Uddin, L. Q. (2013). Complex relationships between structural and functional brain connectivity. *Trends in cognitive sciences*, 17(12), Art. 12.
- Umbach, R. H., & Tottenham, N. (2021). Callous-unemotional traits and reduced default mode network connectivity within a community sample of children. *Development and Psychopathology*, 33(4), Art. 4.
- Valera, E. M., Campbell, J., Gill, J., & Iverson, K. M. (2019). Correlates of brain injuries in women subjected to intimate partner violence: Identifying the dangers and raising awareness. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*, 28(6), Art. 6.
- Van Overwalle, F., Baetens, K., Mariën, P., & Vandekerckhove, M. (2015a). Cerebellar areas dedicated to social cognition? A comparison of meta-analytic and connectivity results. *Social Neuroscience*, 10, 337-344. <https://doi.org/10.1080/17470919.2015.1005666>
- Van Overwalle, F. V., D'aes, T., & Mariën, P. (2015b). Social cognition and the cerebellum: A meta-analytic connectivity analysis. *Human Brain Mapping*, 36, 5137-5154. <https://doi.org/10.1002/hbm.23002>
- Van Overwalle, F., & Baetens, K. (2009). Understanding others' actions and goals by mirror and mentalizing systems: A meta-analysis. *Neuroimage*, 48(3), Art. 3.
- Van Overwalle, F., & Mariën, P. (2016). Functional connectivity between the cerebrum and cerebellum in social cognition: A multi-study analysis. *NeuroImage*, 124, 248-255. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.09.001>
- Van Overwalle, F., Ma, Q., & Heleven, E. (2020a). The posterior crus II cerebellum is specialized for social mentalizing and emotional self-experiences: a meta-analysis. *Social cognitive and affective neuroscience*, 15(9), 905-928.

- Van Overwalle, F., Van de Steen, F., van Dun, K., & Heleven, E. (2020b). Connectivity between the cerebrum and cerebellum during social and non-social sequencing using dynamic causal modelling. *NeuroImage*, 206, 116326.
- Varela, N. (2020). *Violencia de género en hijas e hijos de maltratadores: La perpetuación de la violencia*. Editorial Comares.
- Vecina, M. L., & Piñuela, R. (2017). Relationships between ambivalent sexism and the five moral foundations in domestic violence: Is it a matter of fairness and authority? *The Journal of Psychology*, 151, 334-344.
- Venkatraman, A., Edlow, B. L., & Immordino-Yang, M. H. (2017). The brainstem in emotion: A review. *Frontiers in Neuroanatomy*, 11, 15.
- Verdejo-Román, J., Bueso-Izquierdo, N., Daugherty, J. C., Pérez-García, M., & Hidalgo-Ruzzante, N. (2019). Structural brain differences in emotional processing and regulation areas between male batterers and other criminals: A preliminary study. *Social Neuroscience*, 14(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1080/17470919.2018.1481882>
- Vitoria-Estruch, S., Romero-Martínez, A., Lila, M., & Moya-Albiol, L. (2018). Differential cognitive profiles of intimate partner violence perpetrators based on alcohol consumption. *Alcohol*, 70, 61-71.
- Vives-Cases, C., Gil-González, D., Plazaola-Castaño, J., Montero-Piñar, M. I., Ruiz-Pérez, I., Escribà-Agüir, V., Ortiz-Barreda, G., & Torrubiano-Domínguez, J. (2009). Violencia de género en mujeres inmigrantes y españolas: Magnitud, respuestas ante el problema y políticas existentes. *Gaceta Sanitaria*, 23, 100-106. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2009.07.008>
- Völlm, B. A., Taylor, A. N., Richardson, P., Corcoran, R., Stirling, J., McKie, S., ... & Elliott, R. (2006). Neuronal correlates of theory of mind and empathy: a functional magnetic resonance imaging study in a nonverbal task. *Neuroimage*, 29(1), 90-98.
- Walker, S. A., Olderbak, S., Gorodezki, J., Zhang, M., Ho, C., & MacCann, C. (2022). Primary and secondary psychopathy relate to lower cognitive reappraisal: A meta-analysis of the Dark Triad and emotion regulation processes. *Personality and Individual Differences*, 187, 111394. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.111394>
- Walling, S. M., Meehan, J. C., Marshall, A. D., Holtzworth-Munroe, A., & Taft, C. T. (2012). The Relationship of Intimate Partner Aggression to Head Injury, Executive Functioning, and Intelligence. *Journal of Marital and Family Therapy*, 38(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1111/j.1752-0606.2011.00226.x>

- Wang, S., Tepfer, L. J., Taren, A. A., & Smith, D. V. (2020). Functional parcellation of the default mode network: A large-scale meta-analysis. *Scientific Reports*, *10*, 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72317-8>
- Warnken, W. J., Rosenbaum, A., Fletcher, K. E., Hoge, S. K., & Adelman, S. A. (1994). Head-injured males: A population at risk for relationship aggression? *Violence and victims*, *9*(2), Art. 2.
- Wathen, C. N., MacGregor, J. C., & MacQuarrie, B. J. (2018). Relationships among intimate partner violence, work, and health. *Journal of Interpersonal Violence*, *33*, 2268-2290.
- Webb, T. L., Miles, E., & Sheeran, P. (2012). Dealing with feeling: A meta-analysis of the effectiveness of strategies derived from the process model of emotion regulation. *Psychological bulletin*, *138*(4), Art. 4.
- Wei, J., Chen, T., Li, C., Liu, G., Qiu, J., & Wei, D. (2018). Eyes-open and eyes-closed resting states with opposite brain activity in sensorimotor and occipital regions: Multidimensional evidences from machine learning perspective. *Frontiers in human neuroscience*, *12*, 422.
- Westby, M. D. (1998). *Frontal lobe deficits in domestic violence offenders*. The University of North Dakota.
- Whitfield-Gabrieli, S., & Nieto-Castanon, A. (2012). Conn: A functional connectivity toolbox for correlated and anticorrelated brain networks. *Brain Connectivity*, *2*, 125-141.
- Wilcox, C. E., Pommy, J. M., & Adinoff, B. (2016). Neural Circuitry of Impaired Emotion Regulation in Substance Use Disorders. *The American journal of psychiatry*, *173*(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2015.15060710>
- World Health Organization, WHO. (2013). *Global and regional estimates of violence against women: Prevalence and health effects of intimate partner violence and non-partner sexual violence*. Geneva: WHO Press. (s. f.).
- Yang, R., & Wang, L. (2012). Multi-objective optimization for decision-making of energy and comfort management in building automation and control. *Sustainable Cities and Society*, *2*(1), Art. 1.
- Yeo, B. T. T., Krienen, F. M., Sepulcre, J., Sabuncu, M. R., Lashkari, D., Hollinshead, M., Roffman, J. L., Smoller, J. W., Zöllei, L., Polimeni, J. R., Fischl, B., Liu, H., & Buckner, R. L. (2011). The organization of the human cerebral cortex estimated by intrinsic functional connectivity. *Journal of Neurophysiology*, *106*, 1125-1165. <https://doi.org/10.1152/jn.00338.2011>

- Yin, H. H., & Knowlton, B. J. (2006a). The role of the basal ganglia in habit formation. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(6), Art. 6.
- Yin, H. H., & Knowlton, B. J. (2006b). Addiction and learning in the brain. En *Handbook of Implicit Cognition and Addiction* 167–183.
- Yoder, K. J., Harenski, C. L., Kiehl, K. A., & Decety, J. (2022). Psychopathic traits modulate functional connectivity during pain perception and perspective-taking in female inmates. *NeuroImage: Clinical*, 34, 102984.
- Yoder, K., Harenski, C., Kiehl, K., & Decety, J. (2015). Neural networks underlying implicit and explicit moral evaluations in psychopathy. *Translational psychiatry*, 5(8), Art. 8.
- Zaki, J. (2020). Integrating Empathy and Interpersonal Emotion Regulation. *Annual Review of Psychology*, 71(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010419-050830>
- Zeidman, P., Jafarian, A., Corbin, N., Seghier, M. L., Razi, A., Price, C. J., & Friston, K. J. (2019a). A guide to group effective connectivity analysis, part 1: First level analysis with DCM for fMRI. *NeuroImage*, 200, 174-190. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.06.031>
- Zeidman, P., Jafarian, A., Seghier, M. L., Litvak, V., Cagnan, H., Price, C. J., & Friston, K. J. (2019b). A guide to group effective connectivity analysis, part 2: Second level analysis with PEB. *Neuroimage*, 200, 12-25.
- Zhang, L., Kerich, M., Schwandt, M. L., Rawlings, R. R., McKellar, J. D., Momenan, R., & George, D. T. (2013). Smaller right amygdala in Caucasian alcohol-dependent male patients with a history of intimate partner violence: A volumetric imaging study. *Addiction Biology*, 18(3), Art. 3.
- Zhang, L., Kong, M., & Li, Z. (2017). Emotion regulation difficulties and moral judgment in different domains: The mediation of emotional valence and arousal. *Personality and Individual Differences*, 109, 56-60.
- Zhong, H., Li, H., Zhang, X., Zhang, X., Zhang, Y., & Zhao, J. (2022). Childhood maltreatment and impulsivity in offenders: Examining the mediating roles of self-compassion and cognitive reappraisal. *Child Abuse & Neglect*, 133, 105847.

ANEXOS

ANEXO 1.

MATERIAL SUPLEMENTARIO DEL ESTUDIO 1:

Amaoui, S., Martín-Pérez, C., Marín-Morales, A., Bueso-Izquierdo, N., García-León, M. Á., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2022). Resting-state functional connectivity and socioemotional processes in male perpetrators of intimate partner violence against women. *Scientific Reports*, 12(1), 1-11.

Supplemental File 1. Executive functions and socioemotional assessment

Emotional and social assessment

The *Inventory of Distorted Thoughts about Women and Violence* (Echeburúa & Fernández-Montalvo, 1997) was employed to measure irrational thoughts. This checklist consists of 29 binary items divided in two subscales: 13 items related to sexual roles and inferiority of women (IPDM), and 16 items about the use of violence as an acceptable method of conflict resolution (IPDV). Each affirmative response scores 1, therefore the higher the score, the greater the number of distorted thoughts within each subscale.

Empathy was measured using the Spanish version of the *Interpersonal Reactivity Index* (Pérez-Albéniz et al., 2003). The IRI consists of 28 items and 4 subscales (perspective taking, fantasy, empathic concern and personal distress) and uses a 5-point Likert scale ranging from 1 (does not describe me well) to 5 (describes me well).

For the evaluation of emotion recognition, we selected the Spanish translation of the revised version of the *Eyes Test* (Fernández-Abascal et al., 2013). It consists of 36 photographs of eyes and in each item participants are instructed to choose among four descriptors based on what they think the person in the photography is feeling. Each item is scored as correct or incorrect. Consequently, the higher the score, the greater is the ability to recognize emotions.

In order to evaluate emotion regulation, we used two different scales:

The *Difficulties in Emotional Regulation Scale* (DERS) in its Spanish version (Hervás & Jodar, 2008). This checklist evaluates different aspects of the emotional regulation through 28 items which are answered on a 5-point Likert Scale ranging from 1 “almost never” to 5 “almost always”. Five subscales are assessed: lack of awareness, lack of emotional clarity, non-acceptance of emotional responses, difficulties in goal directed behavior and emotional dyscontrol. Consequently, the higher the score, the greater are the difficulties in emotional regulation.

The Spanish version of the *Emotional Regulation Questionnaire* (Cabello et al., 2013). It is a 10-item scale designed to measure the capacity to regulate emotions through two processes: cognitive reappraisal (6 items) and expressive suppression (4 items). Participants answer on a 7-point Likert scale ranging from 1 “strongly disagree” to 7 “strongly agree”.

For our subsequent correlational analyses, we used the total score of each of the questionnaires explained above except for the emotional regulation questionnaire (ERQ), where cognitive reappraisal and expressive suppression were considered as two different dependent variables.

Executive functions assessment

Four components of executive functioning were measured based in a previous study [6]. These four components were selected based on prior literature, where differences in male perpetrator were found (Bueso-Izquierdo et al., 2016b).

Updating process: the letter-number sequencing was used. Participants were asked to repeat a combination of an increasingly longer list of numbers and letters by organizing the numbers in ascending order and the letters in alphabetical order. The total number of correct answers was used as an index of updating ability.

Response inhibition: a go/no go task was employed using a tablet-based task of 100 trials divided into 4 blocks. In the first 50 trials (1° and 2° blocks), participants were asked to press a key as quickly as possible when the GO stimulus was presented (a black figure of a bear) and to inhibit the response for the NO-GO trials (a black figure of a dolphin). Then, participants hear a bell and have to change their response from the GO to the NO-GO stimulus for the next 50 trials (3° and 4° blocks). Thus, participants were asked to press the key when the NO-GO stimulus appeared and to inhibit the answer for the GO trials. The interstimulus interval (ISI) was established in 1.000ms, and each stimulus was presented for 500ms. The score resulting from the subtraction of the 3° block and the 2° block was used as an indirect measure of response inhibition.

Decision making: a computerized version of the Iowa Gambling Task (Bechara et al., 2005) was used. This task involved four decks of cards (A, B, C and D). Participants were told to choose one card at a time from one of the 4 decks and after each choice, they received an economic reward and in some cases they also received an economic punishment. A and B decks were disadvantageous because even if they produced higher immediate gains they also resulted in higher punishment points. C and D decks were advantageous, because they resulted in modest rewards but lower punishment. In the long run, choosing from the advantageous decks would yield more money and less punishment. The variable was first calculated by subtracting the number of disadvantageous choices from the advantageous choices for each block (5 blocks of 20 trials). Then, a sum of all blocks' results was computed and used as an indirect decision- making proxy.

Cognitive flexibility: due to technical problems, instead of using the Trail Making Test as in the previous study (Bueso-Izquierdo et al., 2016b) with male perpetrators, we selected the arrow-version of the Spatial Stroop task (Luo et al., 2013). Participants were asked to respond to the left/right direction of an arrow regardless of its left/right position on a tablet screen. On congruent trials, the direction in which the arrow pointed was consistent with its location (right pointing arrow located in the right side, or left pointing arrow located in the left side). On incongruent trials, the arrow's direction was opposite to its location (right pointing arrow located in the left side or left pointing arrow located in the right side). The attentional cost variable was taken as an indirect measure of cognitive flexibility. It was calculated by subtracting the reaction time of the change-trials (when a trial is preceded by a different trial) from the first-repetition-trials (when a trial is preceded by the same trial).

Impulsivity: for this purpose, we selected the Spanish short version of the Impulsive Behavior Scale (Cándido et al., 2012). It consists of 20 items that measure 5 impulsivity traits: negative urgency, lack of premeditation, lack of perseverance, sensation of seeking and positive urgency. The items are scored on a 4-point Likert Scale ranging from 1 "strongly agree" to 4 "strongly disagree". The higher the score, the higher the impulsivity. We used the total score of the scale as a measure of impulsivity trait for the correlational analysis.

Supplemental File 2. Seed Selection and Generation

The selection of the seeds was built on the Triadic Reflective-Impulsive-Interoceptive Awareness Model of Turel & Bechara (2016). This neurocognitive model was created to study the basis of problematic behaviors. It is based on the premise that there are three differentiated but dependent systems that play a crucial role in decision-making: The Impulsive amygdala-striatal brain system which mediates the generation of impulses to act headfirst in order to obtain incentive rewards and it is also important to form habituated and automatic behaviors (Yin & Knowlton, 2006b). Second, the Reflective prefrontal brain system, which is thought to be involved in executive functions such as working toward a defined goal, uses conscious reflections, manages predictions and expectation of outcomes and is involved in social control (Siddiqui et al., 2008). Finally, the Interoceptive-awareness insular brain system is implicated in perceiving, processing and representing afferent internal bodily signals (Critchley et al., 2017), essential for a functional social behavior. As a result, in this first step, we selected 4 main areas from which final seeds would be generated: amygdala, prefrontal area and striatum and insula.

Within the impulsive system, amygdala was divided into: centromedial amygdala (rCMA and ICMA) and basolateral amygdala (rBLA and IBLA) regions according to its cytoarchitectonic characteristics (Baur et al., 2013). We chose from the striatum, the ventral striatum (VS). Both rVS and IVS masks involved the lateralized ventral caudate (VSi) and nucleus accumbens (VSs), directly related to the rewarding process. Local maxima coordinates were obtained from the article Functional Connectivity of Human Striatum: A Resting State fMRI Study (Martino et al., 2008). The amygdala-striatal seeds were located using a 3.5-mm-radius spheres. Within the reflective system, the prefrontal cortex was divided into: medial prefrontal cortex (MPFC), bilateral dorsolateral prefrontal cortex (rDLPFC and IDLPFC) and bilateral ventrolateral prefrontal cortex (rVLPFC and IVLPFC) (MacDonald et al., 2000; Ridderinkhof et al., 2004). The mean activity of each prefrontal seed was extracted from a 6-mm-radius sphere. Finally, within the interoceptive-awareness system, the insula was divided in left and right anterior (AI) and posterior insula (PI), based on the assumption that each one belongs to dissociable resting-state networks (Cauda et al., 2011). Insula' seeds were located using a 2-mm- radius

spheres. In total, 15 seeds were generated in MNI stereotaxic space using the MarsBar toolbox for SPM12 (<http://marsbar.sourceforge.net>).

Supplemental File 3. Selected seeds and minimum cluster size for correction.

SEEDS	FWHM (mm)	Minimum cluster size
<i>Impulsive system</i>		
rBLA	8.6	87
IBLA	8.6	91
rCMA	8.7	97
ICMA	8.8	94
rVS	8.7	92
IVS	8.7	96
<i>Reflective system</i>		
MPFC	9	99
rDLPFC	8.96	97
IDLPFC	9	99
rVLPFC	8.9	93
IVLPFC	9.03	98
<i>Interoceptive system</i>		
rAI	8.7	94
IAI	8.9	92
rPI	8.7	99
IPI	8.9	93

FWHM = Full width at half maximum. Minimum cluster size were estimated for multiple comparisons by Monte Carlo simulations using AlphaSim within RESTplus toolbox. rBLA = right basolateral amygdala; IBLA = left basolateral amygdala; rCMA = right centromedial amygdala; ICMA = left centromedial amygdala; rVS = right ventral striatum; IVS = left ventral; striatum; MPFC = medial prefrontal cortex; rDLPFC = right dorsolateral prefrontal cortex; IDLPFC = left dorsolateral prefrontal cortex; rVLPFC = right ventrolateral prefrontal cortex; IVLPFC = left ventrolateral prefrontal cortex; rAI = right anterior insula; IAI = left anterior insula; rPI = right posterior insula; IPI = left posterior insula.

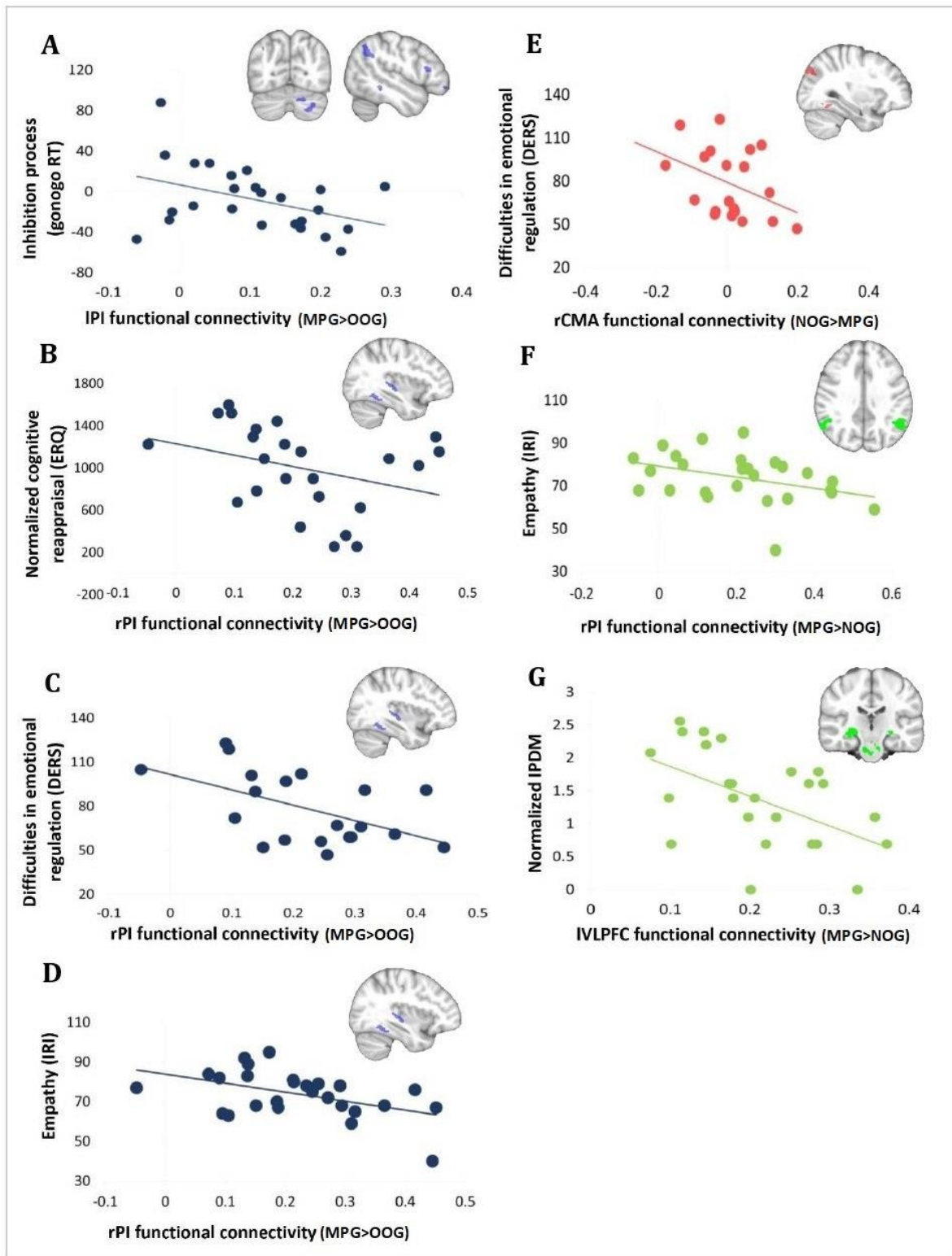
Supplemental File 4. Exploratory correlations without correction for multiple comparisons.

Exploratory partial Pearson correlations were conducted to explore the associations between specific male perpetrators rsFC and executive functions and socioemotional processes. To this end, the mean value of each seed found significantly different in MPG in comparison to NOG and OOG were correlated with the selected behavioral measures

- **Executive functions.** In MPG, the rsFC between left posterior insula and posterior default mode network (pDMN), prefrontal and cerebellum areas correlated negatively with the go/nogo task ($r = -.427$, $p = .042$). No other significant correlation was found between the executive function measures and resting-state functional connectivity.
- **Socioemotional processes.** In MPG, the rsFC between lVLPFC seed and brainstem, hippocampus and middle temporal area correlated negatively with irrational thoughts related to sexual roles and inferiority of women ($r = -.516$, $p = .010$). The rsFC between rPI seed, fusiform gyrus and Heschl gyrus correlated negatively with empathy ($r = -.499$, $p = .013$), cognitive reappraisal ($r = -.447$, $p = .037$) and difficulties in emotion regulation ($r = -.565$, $p = .014$). Also, the rsFC between rPI seed and bilateral putamen correlated negatively with empathy ($r = -.408$, $p = .048$). Finally, rsFC between right rCMA seed and intraparietal area, occipital and fusiform gyrus correlated negatively with difficulties in emotion regulation ($r = -.483$, $p = .042$).

* Even though these results appear to be contradictory, it might be explained by the model upon which each scale is based. Concretely, DERS scale (Gratz y Roemer, 2004) is based on a clinical-contextual model of emotional regulation and therefore focuses on presumed trait-level abilities. By contrast, ERQ questionnaire (Gross & John, 2003) was created from an affective science-based framework and attended to processes related to emotional regulation (Hallion et al., 2018).

Supplemental Figure 1. Significant Pearson partial correlation between seeds' functional connectivity and executive functions and socioemotional processes in MPG



Supplemental File 5. Performance of MPG, OOG and NOG in executive functions, and socioemotional measures

VARIABLES	MPG		OOG		NOG	
	N		N		N	
Executive functions						
Lns	25	7.24 (3.09)	29	7.45 (3.29)	29	9.10 (2.67)
IGT	26	-1.31 (17.49)	29	-3.31 (20.66)	29	8.62 (22.79)
Gonogo RT	25	-7.64 (32.44)	28	-14.20 (38.86)	29	-12.72 (27.97)
Attentional cost	26	-78.14 (66.06)	29	-93.89 (51.17)	28	-111.12 (54.84)
Socioemotional variables						
Empathy (IRI)	26	73.85 (11.48)	24	83.46 (9.89)	27	82.89 (11.15)
Normalized cognitive reappraisal (ERQ)	24	997.46 (406.00)	28	923.68 (411.64)	29	914.79 (427.31)
Expressive suppression (ERQ)	24	18.25 (6.71)	28	16.00 (6.45)	29	15.28 (5.09)
Difficulties in emotion regulation (DERS)	20	78.35 (23.98)	24	66.21 (21.57)	25	69.32 (18.00)
Normalized IPDV	26	1.21 (0.60)	29	1.39 (0.59)	29	0.88 (0.52)
Normalized IPDM	26	1.37 (0.72)	29	1.56 (0.68)	29	1.19 (0.60)
Eyes Test	16	17.02 (4.66)	15	19.40 (4.35)	17	20.71 (4.31)
UPPS	20	42.75 (8.932)	23	45.00 (9.977)	25	44.32 (7.609)

All values are mean (\pm SD). MPG = male perpetrators group, OOG = other offenders group; NOG = non-offenders group. N = sample size.

Lns = letters and numbers correct answers (updating process); answers; IGT = Iowa Gambling Task (decision-making process); Gonogo RT = Gonogo reaction time (response inhibition) measured in milliseconds; IRI = Interpersonal Reactivity Index (Empathy); Cognitive reappraisal of the Emotional Regulation Questionnaire (ERQ); Expressive suppression of the Emotional Regulation Questionnaire (ERQ); DERS = Difficulties in Emotion Regulation Scale; IPDV = Inventory of distorted Thoughts about the Use of Violence; IPDM = Inventory of distorted Thoughts about Women; Eyes test (emotion recognition); UPPS = Impulsive Behavior Scale (impulsivity).

ANEXO 2.

MATERIAL SUPLEMENTARIO DEL ESTUDIO 2:

Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., & Verdejo-Román, J. (2022). Social mentalizing in male perpetrators of intimate partner violence against women is associated with resting-state functional connectivity of the Crus II. *Journal of psychiatric research*, 150, 264-271.

Supplementary File 1

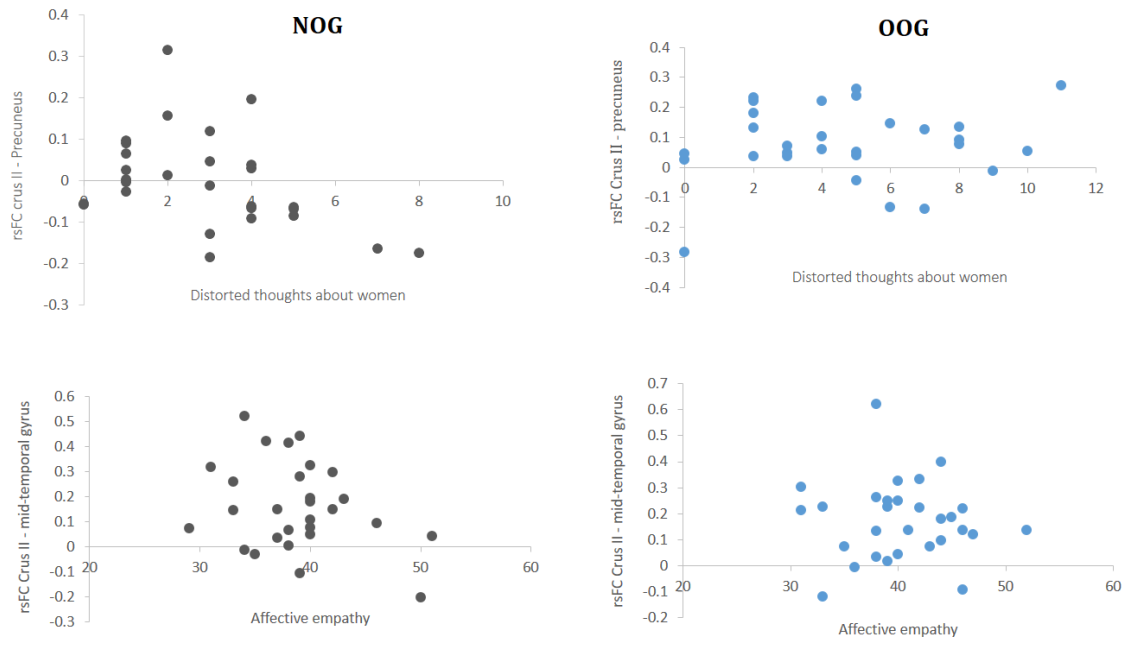
Table S1. Significant differences between other offenders (OOG) and non-offenders (NOG) in functional connectivity.

Seed	Brain Region	x	y	z	ke	Peak t Value
OOG>NOG						
L posterior Crus II	Superior temporal gyrus	-44	-36	2	106	4.05
	Temporal pole	-50	10	-26	102	4.54
NOG>OOG						
L posterior Crus II	Inferior frontal gyrus	-42	12	26	168	4.56
R posterior Crus II	Somatosensory area	58	-4	14	302	4.33
	Sensorimotor area	-48	-10	40	157	4.45
	Primary motor area	22	-26	74	122	4.14

Note. Coordinates (x, y, z) are given in Montreal Neurological Institute atlas space (MNI). ke = cluster size in voxels.

Supplemental Figure S1.

Spearman partial correlations between resting-state functional connectivity and social mentalizing processes in other offenders and non-offenders group.



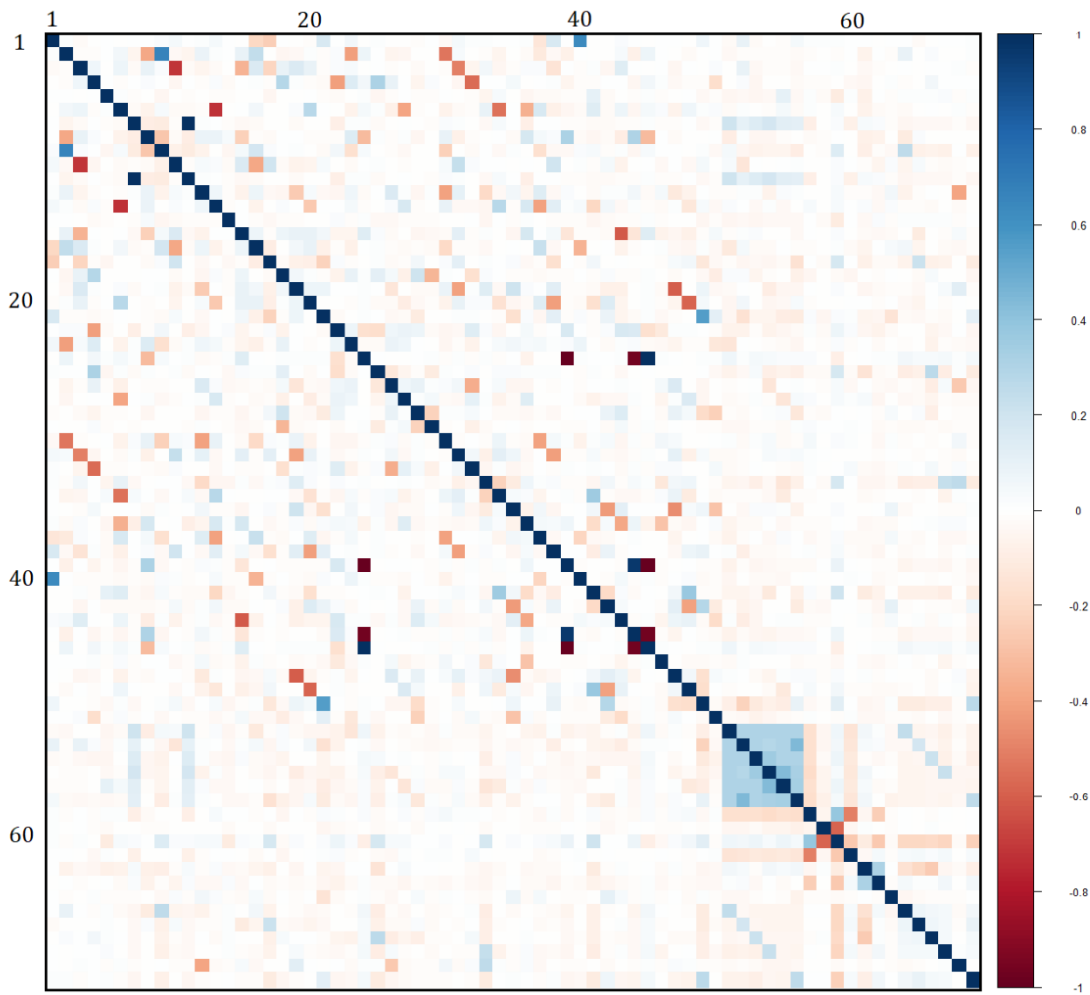
Note. Age and drug severity as control variables. OOG = other offenders group. NOG = non-offenders group

ANEXO 3.

MATERIAL SUPLEMENTARIO DEL ESTUDIO 3:

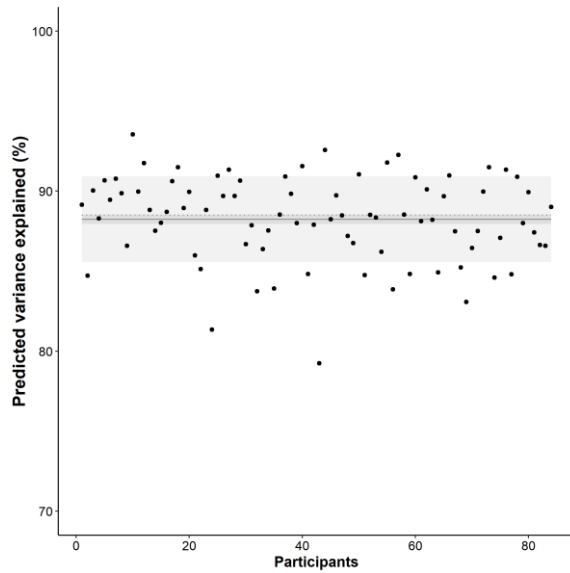
Amaoui, S., Marín-Morales, A., Martín-Pérez, C., Pérez-García, M., Verdejo-Rmán, J., & Morawetz, C. (2022). Intrinsic neural dynamics underlying the ability to down-regulate emotions in male perpetrators of intimate partner violence against women (en preparación).

Supplemental Figure S1. Posterior correlations among all parameters

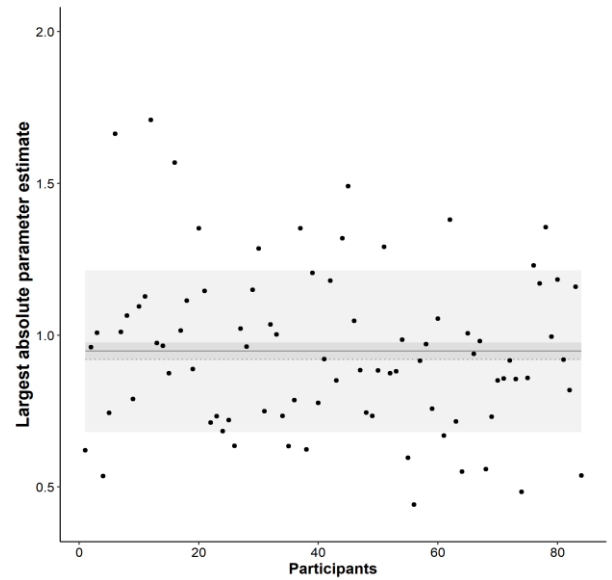


Supplemental Figure S2. First level DCM model convergence statistics. **A.** Predicted variance explained for each participant. **B.** the largest absolute parameter estimate. **C.** The effective number of parameters in terms of divergence between the posterior and prior densities over the parameters.

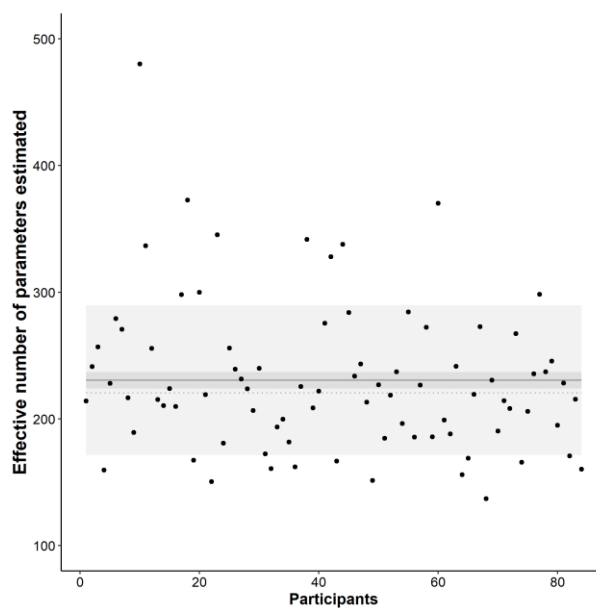
A.



B.

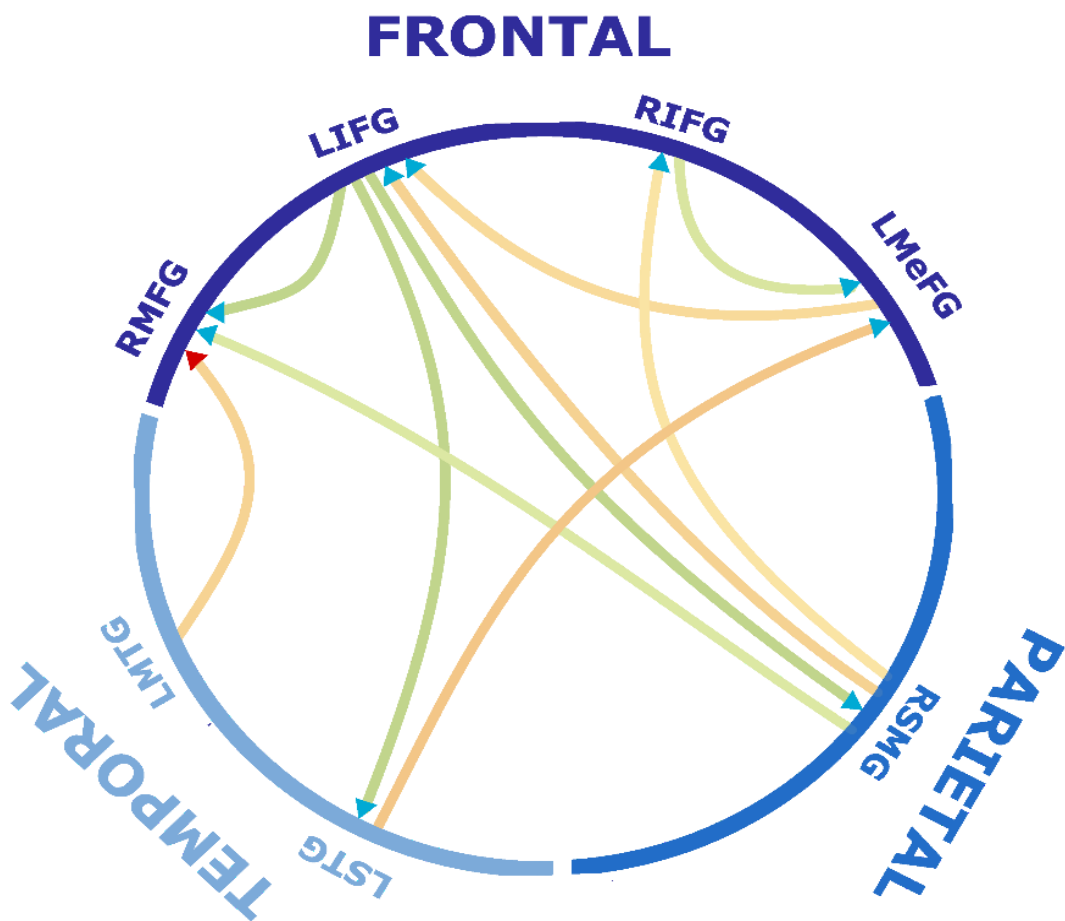


C.



Supplemental Figure S3. Chord diagrams for group comparisons. **A.** Differences in effective connectivity between MPG and NOG. **B.** Differences in effective connectivity between MPG and OOG. Green: more connectivity in MPG in comparison to NOG and OOG. Orange: less connectivity in MPG in comparison to NOG and OOG. Red triangle represents inhibitory connectivity and the blue triangle represents excitatory connectivity.

A.



B.

