



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y
SOCIALES

**Análisis de las bases neurobiológicas de la conducta
violenta, evidencias en técnicas de neuroimagen sobre
comportamientos agresivos y comparación de
anomalías cerebrales en diferentes tipos de agresores**

Autora: Sara Warmuth López

Directora: Victoria Montes Gan

Madrid

2025/2026

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

ABSTRACT AND KEYWORDS

I.	INTRODUCCIÓN.....	4
II.	METODOLOGÍA.....	5
III.	MARCO TEÓRICO.....	6
	3.1 Definición de violencia y tipología de la conducta agresiva.....	6
	3.2 Bases neurobiológicas de la conducta violenta.....	8
	3.2.1 Neurotransmisores.....	8
	3.2.2 Hormonas.....	11
	3.2.3 Factores genéticos y ambientales.....	13
	3.2.4 Estructuras cerebrales implicadas en la agresividad.....	16
	3.2.4.1 Hipotálamo.....	17
	3.2.4.2 Sistema límbico: la amígdala y el hipocampo.....	17
	3.2.4.3 Corteza prefrontal.....	19
	3.2.4.4 Cuerpo estriado	20
	3.3 Registros de la conducta violenta a través de técnicas de neuroimagen.....	22
	3.4 Comparación de anomalías neurobiológicas y lesiones cerebrales en diferentes tipos de agresores violentos.....	24
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	28
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESUMEN

Dentro de la criminología, la psicología y el derecho el interés por entender los correlatos neurobiológicos de la conducta violenta ha ido aumentando en el último siglo. Este Trabajo Fin de Grado se centrará en analizar las bases neurobiológicas de los comportamientos agresivos a través de una revisión bibliográfica. Primero se procederá a definir los conceptos agresividad, violencia y agresión. Tras esta diferenciación terminológica se expondrán los hallazgos sobre factores neurobiológicos y cerebrales investigados que están involucrados en la conducta violenta como lo son hormonas, neurotransmisores, genes, así como partes específicas del cerebro. Posteriormente se mostrarán técnicas de neuroimagen que han contribuido al estudio de la temática y por último se compararán las alteraciones biológicas y neuronales en diferentes tipos de agresores violentos. Concluyendo se destaca la importancia de tener estos conocimientos para el posible desarrollo de programas de prevención contra la criminalidad e implicaciones en el ámbito legal.

Palabras clave: agresividad, conducta violenta, corteza prefrontal, amígdala

ABSTRACT

The interest in understanding the neurobiological factors underlying violent behaviour has increased over the past decade, especially in criminology, psychology and law. This Bachelor's Thesis focuses on analyzing such neurobiological correlates of aggressive behaviour through a literature review. Firstly, it will be given a proper definition of aggressiveness, violence and aggression. After this terminological differentiation, an examination of neurobiological factors implicated in the outcome of aggression will take place, including neurotransmitter, hormones, genes as well as specific brain areas. Subsequently, neuroimaging techniques that have contributed to investigating this topic will be exposed and finally biological and neuronal alterations in different types of violent offenders will be compared. To conclude, the importance of this kind of knowledge will be highlighted as it could be useful in order to develop prevention programs against criminality and could have future implications in the legal system.

Keywords: aggressiveness, violent behaviour, prefrontal cortex, amygdala

I. INTRODUCCIÓN

La comprensión de los fundamentos neurobiológicos de la conducta violenta es uno de los elementos cruciales de estudio en el mundo de la criminología y prevención de delitos. Las cifras sobre delitos violentos cometidos en España apoyan la necesidad de extender el campo de investigación en este aspecto. Así es que, comparando diferentes delitos cometidos por adultos que implican elementos de violencia e intimidación en el año 2023 y 2024, se observa claramente una tendencia al incremento de estos. Algunos ejemplos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (2025) se pueden apreciar en la *Tabla 1*, en los cuales es destacable que en todos los casos el número de delitos ha aumentado y específicamente las agresiones sexuales se ha duplicado.

Tabla 1

Comparativa del número de delitos violentos cometidos por adultos en 2023 y 2024

Delito	2023	2024
Homicidio y sus formas	1.046	1.237
Robos	21.414	25.572
Lesiones	69.946	78.575
Agresiones sexuales	676	1.389

Nota. Elaboración propia con datos extraídos del INE (2025).

Asimismo, el número de infracciones penales por menores de edad cada vez es mayor (INE, 2025). Esto indica que existe una inclinación hacia la iniciación temprana de conductas criminales, que a veces implican violencia. Estos patrones de comportamiento aumentan el riesgo de que el adolescente se desarrolle hacia un adulto propenso a la comisión de delitos. Parece entonces que, en la sociedad actual, los comportamientos violentos y las agresiones cada vez son más comunes; un problema social que debe ser atendido con urgencia.

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como propósito analizar las temáticas previamente mencionadas para dar a conocer la importancia de estas en un contexto criminológico. Concretamente persigue cumplir los siguientes objetivos establecidos:

- 1) Analizar factores neurológicos, biológicos y cerebrales implicados en la expresión de conductas violentas y agresivas
- 2) Evidenciar predisposiciones hacia comportamientos agresivos con técnicas de neuroimagen
- 3) Mostrar las alteraciones neurobiológicas en función del tipo de violencia y diferentes agresores
- 4) Contrastar la importancia de estudios neurobiológicos para la prevención de delitos, consecuencias jurídicas y las limitaciones que conlleva.

II. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica, concretamente una investigación de formato documental, examinando diferentes fuentes científicas respecto al tema tratado sobre las bases neurobiológicas de la conducta violenta, evidencias de neuroimagen y diferencias cerebrales en diversos tipos de agresores.

El estudio se fundamenta en el análisis de investigaciones y publicaciones de revistas científicas con la mayor actualidad posible, como lo exige el campo de neurociencias, entre los años 2015 y 2025 con algunas excepciones, sin embargo, sin remontarse antes del año 2005. El criterio de selección se basaba en la valoración de la relevancia de los artículos para los objetivos de este trabajo. Tras una recopilación inicial, se analizó la información de forma estructurada según definiciones y conceptos sobre la agresión y violencia, factores neurobiológicos y cerebrales involucrados, así como ambientales, para posteriormente realizar una síntesis de los descubrimientos científicos y reflexión sobre posibles limitaciones y áreas de investigación futuras.

La búsqueda se ha basado en literatura en castellano e inglés principalmente, aunque también se han utilizado ocasionalmente fuentes de lengua alemana y francesa para poder dar una perspectiva amplia sobre el tema tratado y ofrecer una visión global de los hallazgos en la neurociencia y criminología. Para la búsqueda de bibliografía adecuada se usaron primordialmente las siguientes palabras clave: conducta violenta (*violent behaviour, Gewalt, violence*), agresividad (*aggressiveness*), agresión (*aggression, Agression*), factores neurobiológicos (*neurobiological factors, neurobiologische Faktoren*), agresión proactiva y reactiva (*proactive and reactive aggression*), neurotransmisores (*neurotransmitter, Neurotransmitter*), hormonas (*hormones, Hormone*), genética (*genetics*), anomalías cerebrales (*brain abnormalities*) etc. Se

emplearon diferentes bases de datos, entre ellas las siguientes: Google Scholar, PsycInfo, ResearchGate, Psycodoc, Springer Nature etc.

III. MARCO TEÓRICO

Este Trabajo Fin de Grado está enfocado en explicar la conducta violenta según factores neurobiológicos. Se procederá a clasificar el concepto de violencia y agresividad para posteriormente profundizar en diferentes aspectos neurobiológicos y cerebrales implicados en la conducta violenta. De forma breve también se mencionarán aspectos externos y ambientales influyentes antes de exponer hallazgos encontrados a través de diferentes técnicas de neuroimagen. Por último, se analizarán las alteraciones neurobiológicas existentes en diferentes tipos de agresores a fin de determinar patrones y similitudes.

3.1 Definición de violencia y tipología de la conducta agresiva

Para el abordaje del tema propuesto en este trabajo, resulta necesario hacer una distinción entre lo que se entiende bajo el concepto de “violencia” y el de “agresividad”, así como aclarar el término de “agresión”.

La **agresividad** se puede definir como una predisposición a una conducta adaptativa que busca preservar la seguridad y el bienestar del individuo cuando este se ve amenazado, ya sea física o psicológicamente. Es decir, es fundamental en sentido biológico para la supervivencia y alude a un estado emocional y cognitivo de la persona, cuya manifestación externa se observaría en una agresión (Ortega-Escobar y Alcázar-Córcoles, 2016).

La **violencia** en cambio se puede clasificar como la expresión de la agresividad sin utilidad biológica y adaptativa al medio, fundamentándose en el objetivo de dañar y no de preservar o defender la vida del individuo. De ahí que la violencia se constituye por factores culturales, sociales y ambientales moduladores de comportamientos finalmente violentos (Ortega-Escobar y Alcázar-Córcoles, 2016).

La **agresión** también hace referencia a un acto intencional de dañar a otro. Aunque parece difícil diferenciar los términos de violencia y agresión, este último parece estar más ligado a la idea de estar sujeto a un factor biológico del ser humano, el cual es compartido con otros animales (Martínez Pacheco, 2016).

Cabe destacar, que esta diferenciación conceptual no implica considerar los términos individualmente, sino que pertenecen a un mismo espectro, a niveles de adaptación diferentes (Ortega-Escobar y Alcázar-Córcoles, 2016).

Relacionado con lo anterior, es imprescindible discriminar entre los dos tipos principales de agresión, especialmente para poder analizar el impacto diferenciado que tienen ambas (*Tabla 2*). Por un lado, la agresión instrumental o proactiva implica una premeditación y orientación hacia un objetivo concreto, en la cual suele haber una organización y planificación previa a la conducta violenta (Bertsch, 2012). Por otro lado, la agresión impulsiva o reactiva, se comprende como una reacción directa hacia un estímulo provocador de frustración. Involucra estados afectivos desagradables de ira o rabia y la conducta realizada va acompañada de hostilidad e impulsividad, siendo careciente de control o motivación hacia una recompensa como en el caso de la agresión instrumental. De esta forma, generalmente la agresión proactiva se vincula a la psicopatía, agresiones físicas y delitos violentos mientras que la agresión reactiva con abusos, reacciones impulsivas y estados anímicos negativos, aunque no son mutuamente excluyentes (Rosell y Siever, 2015).

Tabla 2

Diferenciación agresión proactiva y reactiva

Agresión reactiva	Agresión proactiva
Impulsividad	Premeditación
Causar daño	Instrumental
Emociones intensas ira y hostilidad	Violencia dirigida a obtener beneficios
Reacción a provocación o amenaza	Control y planificación
Sesgos atencionales hacia estímulos	Intencionalidad
“sangre caliente”	“sangre fría”

Nota. Elaboración propia.

3.2 Bases neurobiológicas de la conducta violenta

Es fundamental entender las dinámicas y mecanismos subyacentes a la conducta violenta y su relación con la biología del organismo humano. Para ello, como exponen Molina López et al. (2023), existe el modelo de agresión general, el cual explica las interacciones con el medio y procesos cerebrales implicados. Primero se debe dar una situación con un estímulo (*input*) que produzca una alteración del estado interno del individuo y, posteriormente, pueda desarrollar una conducta violenta. Esto es captado por los sistemas sensoriales, lo cual altera el estado interno del individuo. Esta alteración, activa diferentes sistemas: el inmunitario, el sistema nervioso central (SNC) y el endocrino. El SNC por su lado envía señales a una gran cantidad de estructuras cerebrales como el córtex prefrontal, la amígdala, el hipocampo, el hipotálamo etc., a los que regulan neurotransmisores como la serotonina, noradrenalina, dopamina, glutamato y muchos más. Por el otro lado, el sistema endocrino activa y modula según la situación hormonas como la oxitocina, testosterona, cortisol, vasopresina, etc. A través de la activación y regulación simultánea de todas estas estructuras cerebrales y neuroquímicos, se produce la respuesta conductual agresiva y violenta dependiendo del contexto (Molina López et al., 2023).

Un desajuste a cualquier nivel puede provocar un cambio en la probabilidad de expresar agresividad, incrementando o disminuyendo esta. Por ello, se analizarán las funciones de estructuras cerebrales y neuroquímicos, así como los efectos de su interrelación en la conducta violenta.

3.2.1 Neurotransmisores

Serotonina

La serotonina puede conceptualizarse como neurotransmisor y hormona y tiene funciones regulatorias sobre el estado de ánimo, sueño, digestión y mecanismos sexuales, entre otros. El neurotransmisor serotonina 5-HT, cuya producción se sitúa principalmente en los núcleos del rafe del tronco encefálico desde donde proyecta axones para su liberación hacia diversas regiones como la corteza orbitofrontal y el sistema límbico, ha sido extensamente estudiado (Urquiza-Zavaleta, 2022). La serotonina tiene un efecto inhibitorio con relación a la violencia proactiva y reactiva, por lo que disfunciones en los niveles de este neurotransmisor pueden llevar a la expresión de conductas hostiles y violentas. Por ejemplo, niveles de agresión impulsiva se han vinculado a déficits de 5-HT

en regiones cerebrales como la corteza prefrontal y corteza cingulada anterior (Ortega-Escobar y Alcázar-Córcoles, 2016). En relación con esto último, diferentes estudios han demostrado que ciertos medicamentos son capaces de disminuir comportamientos agresivos impulsivos al inhibir la recaptación de 5-HT (Ríos Maya et al., 2024).

Individuos con niveles disminuidos de serotonina parecen mostrar rasgos de personalidad caracterizados por impulsividad e irritabilidad, así como mayor reactividad responsiva hacia diferentes estímulos. A su vez, un nivel bajo de serotonina en el líquido cefalorraquídeo se asocia a una mayor agresividad e impulsividad, mientras que en la corteza orbitofrontal se vincula a comportamientos antisociales (Reddy et al., 2018). Asimismo, se ha encontrado que el incremento de triptófano, uno de los aminoácidos precursores para la síntesis de 5-HT, en la dieta diaria lleva a niveles menores de irritabilidad y agresión. Igualmente, estos hallazgos han de analizarse con cautela; es necesario estudiar más profundamente el papel de la serotonina respecto a conductas violentas, los circuitos neuronales que le subyacen, así como mecanismos sinápticos que involucran 14 receptores, entre ellos 5-HT_{1A} y 5-HT_{1B}, implicados en la inhibición de la agresividad (Urquiza-Zavaleta, 2022).

Dopamina

El circuito dopaminérgico tiene varias funciones, entre ellas la activación de conductas, mecanismos motivacionales y el procesamiento de recompensas. Aparte, se ha determinado que tiene un papel importante a la hora de regular reacciones agresivas, especialmente de tipo instrumental. Niveles reducidos de dopamina supone dificultades en el reconocimiento y experiencia de comportamientos agresivos, implicando además una mayor impulsividad (Reddy et al., 2018). Esto, a su vez, conlleva que una mayor disponibilidad de dopamina funciona como factor protector para reaccionar ante la provocación en situaciones estresantes de una forma adaptativa y menos agresiva (Rosell y Siever, 2015). Las vías mesolímbicas y mesocorticales de la dopamina, que tienen un papel importante en el circuito de recompensa y modulan las conductas relacionadas con la motivación, parecen ser las fundamentales en cuanto a la expresión de agresividad y violencia (Klein et al., 2018).

También parece interesante mencionar la relación entre el sistema serotoninérgico y el dopaminérgico: déficits en la producción de serotonina puede resultar en una mayor actividad del sistema dopaminérgico, llevando a una mayor impulsividad y agresión. No

obstante, pocos estudios en seres humanos han sido realizados al respecto y queda por investigar la interacción de ambos neurotransmisores (Reddy et al., 2018).

Aminoácido GABA y glutamato

Una de las funciones más importantes del neurotransmisor ácido gamma-aminobutírico, es la de la inhibición en el sistema nervioso central (SNC). A través de estudios en los cuales se administraron medicamentos como la benzodiacepina que afectan a los receptores GABA_A (moduladores de la conducta agresiva), se pudo observar una disminución en la conducta agresiva (Molina López et al., 2023). Mientras que la relación con GABA y la agresión proactiva parece inconsistente, respecto a la agresión reactiva se puede constatar que existe una reducción de la impulsividad en caso de que se activen agonistas gabaérgicos, los cuales regulan la excitabilidad neuronal y en este caso conlleva su disminución en general (Moya Albiol, 2021).

El glutamato por su parte es un aminoácido que tiene un efecto estimulante en el proceso de neurotransmisión. El aumento de la concentración de glutamato se relaciona con un incremento en las reacciones hacia estímulos del entorno. Por ejemplo, antiepilépticos como el valproato reducen los efectos del glutamato y son utilizados para tratar conductas agresivas, lo cual incita al planteamiento de que el glutamato refuerza tendencias hacia comportamientos violentos (Sturmey, 2025).

A su vez es interesante explicar la relación entre GABA y glutamato. Como anteriormente se ha mencionado, el GABA tiene un efecto inhibitorio sobre el SNC, al contrario del glutamato que tiene un efecto excitatorio. Así es que, un desajuste del funcionamiento entre las sustancias puede provocar conductas violentas y agresivas, específicamente si se da la situación de un nivel bajo de actividad de GABA junto con un nivel alto de actividad del glutamato; es decir, cuando el SNC se sobreactiva (Hrabovszky et al., 2005).

Norepinefrina

La norepinefrina o noradrenalina funciona como neurotransmisor y hormona. Implicada en las respuestas de lucha y huida ante una amenaza, existe la hipótesis de que un nivel alto de norepinefrina conlleva una mayor expresión de agresividad. La administración de fármacos como el propranol que bloquean los efectos de la noradrenalina ha mostrado una disminución de actos violentos, corroborando dicha

hipótesis (Nelson y Trainer, 2007). Siguiendo este planteamiento, parece que una mayor cantidad de norepinefrina en el organismo tiene efectos significativos en la intensidad de agresiones reactivas.

3.2.2 Hormonas

El sistema endocrino es de suma importancia para regular el estado emocional de la persona; consecuentemente también influye de forma directa en la conducta violenta y la agresión. En este sentido, se trata de una influencia bidireccional, es decir, el nivel hormonal tiene consecuencias para la expresión de agresividad en el individuo y las conductas violentas tienen un impacto en el estado hormonal de la persona; en otras palabras, las hormonas funcionan como una causa, efecto o mediador en cuanto a las agresiones (Urquiza-Zavaleta, 2022). En hombres se ha encontrado que en función de la intensidad de la agresión se da una respuesta hormonal más o menos intensa, lo cual parece correlacionarse con niveles altos de andrógenos como consecuencia de la conducta agresiva pero no la causa de la agresión (Moya Albiol, 2015). Asimismo, factores externos como la situación sociocultural, las vivencias personales y otros aspectos vitales, pueden ocasionar cambios en el sistema endocrino del sujeto que lleven a una predisposición a la violencia (Urquiza-Zavaleta, 2022). A continuación, se analizarán los efectos de diferentes tipos de hormonas. No obstante, cabe mencionar que existen muchas más involucradas en la expresión de la agresión, siendo esto solamente una selección de las consideradas como más importantes en este ámbito.

Testosterona

Esta hormona sexual masculina ha sido el foco de atención en el estudio sobre la agresión en el ser humano, sin embargo, los estudios han dado con resultados inconsistentes y la relación con la agresividad resulta ser de una alta complejidad. Así es que resulta imprescindible tener en cuenta las fluctuaciones en el nivel de testosterona además de la relación bidireccional entre la hormona y la conducta del individuo (Sturmey, 2025).

No obstante, investigaciones han demostrado que la testosterona, cuya producción se sitúa en el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal, se asocia positivamente con baja empatía, búsqueda de recompensas y expresión de la agresión (Welker et al., 2014). Así es que, los hombres suelen mostrar comportamientos agresivos más frecuentemente que las mujeres al tener un mayor nivel de testosterona. De igual modo, se han encontrado

evidencias de que internos por delitos violentos suelen mostrar niveles de testosterona más elevados que aquellas personas que cometieron delitos sin violencia (Sturmey, 2025).

Adicionalmente, parece que la probabilidad de mostrar conductas violentas se ve incrementada cuando esta hormona es administrada de forma exógena, al reducir la capacidad de empatía del individuo. Esta forma de agredir involucra una planificación y organización deliberada, características de la agresión proactiva. Resumiendo, la testosterona parece tener implicaciones significativas en la agresión tanto reactiva como proactiva (Molina López et al., 2023).

Cortisol

El cortisol participa en una gran cantidad de funciones fundamentales para el organismo: regulación de la respuesta al estrés, regulación del metabolismo y del ciclo sueño-vigilia, así como implicaciones importantes en el sistema inmunológico. Esta hormona es fundamental en el mecanismo de regulación del eje hipotalámico-pituitario-adrenal, el cual modula las respuestas a estímulos de estrés. Niveles altos de cortisol parecen ligarse más al tipo de agresión reactiva, ya que provoca reacciones impulsivas hacia estímulos provocativos (Rosell y Siever, 2015). Asimismo, en otras investigaciones se ha observado que niveles bajos de cortisol en la infancia, hacen al individuo más propenso a conductas violentas y criminales en la adolescencia y en adelante. De igual forma, el estrés psicológico elevado también puede resultar en alteraciones en el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, aumentando la probabilidad de comportamientos antisociales futuros (Reddy et al., 2018).

Parece destacable el vínculo entre el funcionamiento de la testosterona y el cortisol. Para ello Mehta y Josephs (2010) desarrollaron la *Dual-Hormon-Hypothesis*, la cual sostiene que la relación de las dos hormonas con la agresividad se debe a la interacción compleja entre estas. Así es que, un nivel de testosterona elevado junto a un nivel de cortisol bajo, hacen a la persona más propensa hacia la agresividad y violencia (Rosell y Siever, 2015). No obstante, estudios recientes han mostrado que la relación entre ambas hormonas parece ser más compleja que el planteamiento anterior. Factores como género, déficits psicológicos y diversos rasgos de personalidad, deben tenerse en cuenta. Algunos estudios han sido inconcluyentes acerca de la combinación de niveles de testosterona y cortisol, pero todos parecen mostrar una influencia significativa para la expresión de agresividad y psicopatía, al tener un papel importante en el circuito de la

amígdala para modular respuestas de miedo y reacciones hacia una amenaza (Rosell y Siever, 2015).

Oxitocina

Las funciones principales de esta hormona son la modulación de conductas sociales que involucran el apego, empatía y confianza, aparte de ser esencial durante el parto y la lactancia. De acuerdo con la hipótesis planteada por Shamay-Tsoory y Abu-Akel (2016) de que esta hormona maneja la forma de percibir estímulos sociales como positivos o negativos, niveles altos de oxitocina tienden a inhibir comportamientos violentos hacia estímulos percibidos como positivos, pero aumenta conductas violentas hacia estímulos valorados como negativos al estar acompañados de una percepción de hostilidad elevada. A su vez, se ha demostrado que un nivel disminuido de oxitocina promueve conductas agresivas, lo cual puede ser explicado por el planteamiento de que estos individuos muestran altos niveles de desapego e incluso rasgos psicopáticos, pudiéndose atribuir sus conductas a la agresividad proactiva (Molina López et al., 2023).

Asimismo, la baja actividad del circuito oxitocinérgico se relaciona con emociones elevadas de desconfianza y miedo, lo cual interfiere en el funcionamiento adecuado de la amígdala y puede dar paso a un mayor riesgo de expresar comportamientos agresivos y violentos (Rosell y Siever, 2015). Estrechamente vinculado a esto, la oxitocina también tiene efectos que reducen la ansiedad y el miedo; junto con una reactividad a provocaciones, hacen a la persona más propensa a comportamientos antisociales; es decir, esta hormona en contextos sociales concretos puede aumentar la agresión reactiva (Denson et al., 2018).

3.2.3 Factores genéticos y ambientales

En el ámbito de la investigación sobre la conducta violenta y agresividad, siempre se ha prestado especial atención a una posible alteración genética en individuos con comportamientos antisociales y violentos. Sobre todo, una disminución en la actividad de la enzima monoamina oxidasa (MAO) ha mostrado influir significativamente en la agresión, al estar encargada de regular circuitos de diferentes catecolaminas y de la serotonina (Cupaioli et al., 2021). Se ha evidenciado que una mutación puntual en el gen del cromosoma X, *MAO-A* (función: producción de enzimas MAO), resulta en una reducción de los niveles de serotonina y aumento en la presencia de comportamientos violentos y agresiones impulsivas (Carrera Palao, 2016). Es preciso diferenciar los dos

polimorfismos: MAOA-L (expresión reducida de MAO-A) y MAOA-H (expresión incrementada de MAO-A). Estudios han demostrado que el polimorfismo MAOA-L hace a los individuos más propensos a acciones hostiles y conductas criminales cuando son expuestos a entornos violentos que si presentan el polimorfismo MAOA-H (Urquiza-Zavaleta, 2022).

Asimismo, variaciones en genes relacionados con los circuitos dopaminérgicos y serotoninérgicos que son esenciales en cuanto a comportamientos sociales, pueden alterar el funcionamiento cerebral, comprometiendo procesos ligados a los mecanismos de los neurotransmisores dopamina y serotonina (síntesis, degradación, receptores etc.) y terminar en conductas agresivas anormales o trastornos mentales como la depresión y esquizofrenia (Cupaioli et al., 2021).

Por ello, se le ha prestado especial atención al **gen transportador de serotonina 5-HTT**, el cual consta de un alelo corto y otro largo, pertenecientes al polimorfismo 5-HTTLPR. El alelo corto del gen 5-HTT se ha visto vinculado a agresiones reactivas, ya que provoca una reducción del nivel de serotonina en el organismo, además de incentivar reacciones desproporcionadas de estrés frente a diversos estímulos (Cupaioli, et al., 2021). Mientras, el alelo largo se asocia a conductas agresivas de tipo proactivo, relacionándose con la capacidad del individuo de controlar impulsos. La presencia del alelo largo se ha visto ligada a una respuesta emocional reducida al estrés de la persona; factor altamente implicado cuando se trata la psicopatía (Urquiza-Zavaleta, 2022).

De igual forma, se han encontrado evidencias sobre la implicación del **gen receptor de dopamina DRD2** en la agresión. Kazmi et al. (2021) realizaron un estudio para averiguar una posible correlación entre la agresión y este gen específico, utilizando como muestra a la población reclusa pakistaní por delitos de homicidio, abuso sexual y lesiones graves. Se encontró que el polimorfismo en este gen puede provocar la aparición de diferentes trastornos mentales, pero también incrementar comportamientos y reacciones hacia el medio agresivas y violentas aparte de una impulsividad elevada. La alteración de DRD2 junto a factores ambientales adversos como experiencias traumáticas en la infancia, contribuyen a que el individuo se muestre propenso a ser violento y cometer crímenes. No obstante, es imprescindible estudiar con más profundidad la combinación de factores tanto genéticos como ambientales.

Aparte de los componentes genéticos previamente explicados, cuya expresión y traducción a conductas violentas también depende del entorno del sujeto, es esencial mencionar factores pre- y perinatales que influyen en la expresión de dichos genes u otros aspectos biológicos y generan una predisposición a comportamientos violentos y antisociales. El riesgo de la aparición de conductas que implican delitos violentos se ha visto asociada a una combinación de complicaciones en el parto y negligencia o rechazo por parte de la madre hacia el bebé en los primeros años de vida (Carrera Palao, 2016). Asimismo, un mal desarrollo en el periodo fetal durante el embarazo también parece predisponer al individuo a conductas delictivas y violentas en la adultez. La combinación de factores sociales como falta de apego, relaciones familiares disfuncionales o circunstancias vitales desfavorecedoras, con factores biológicos como déficits y anomalías neuronales, hormonales o genéticas tienen estrecha relación con comportamientos violentos en la infancia y adolescencia. Además, se ha demostrado que la psicopatía con conductas delictivas se perpetua por una malformación del *cavum septum pellucidum* (su función se basa en la integración estructural del cerebro), cuyo desarrollo se completa en los primeros seis meses de vida (Neethu y Jayesh, 2017).

De igual modo, el consumo de tabaco y alcohol durante el embarazo han mostrado ser factores influyentes para la predisposición a la conducta violenta a lo largo de la trayectoria vital de la persona, empezando desde una temprana edad. Un nivel elevado de manganeso en la madre durante el embarazo se ha asociado a la expresión de comportamientos desafiantes y destructivos en niños. Además, se ha demostrado que una malnutrición en los primeros dos trimestres del embarazo aumenta la probabilidad significativamente de que la persona desarrolle un trastorno de personalidad antisocial y un CI menor de la media (Neethu y Jayesh, 2017).

Otros factores ambientales influyentes en la presencia de conductas violentas al alterar la maduración y desarrollo cerebral son el entorno en el cual ocurra la socialización de la persona y el tipo de apego existente con los progenitores o personas de referencia (Palumbo et al., 2018). Es decir, niños a los que no se les ha proporcionado las herramientas necesarias para afrontar situaciones estresantes, han sufrido negligencia por parte de los padres, maltratos o abusos (resultando en un apego desorganizado o inseguro), han vivido en entornos desfavorecidos o altamente estresantes sin ningún tipo de apoyo social etc., presentan un mayor riesgo a mostrar diversos trastornos mentales y conductas desadaptativas, entre ellas agresivas (Carrera Palao, 2016).

No obstante, es importante destacar la necesidad de investigar de forma más exhaustiva las bases genéticas de la agresión, otros posibles genes involucrados, la implicación de los factores ambientales y la correlación con la biología. Es fundamental tener en cuenta la acumulación de los factores biológicos y ambientales para poder llegar a la obtención de datos consistentes y precisos además de una perspectiva global.

3.2.4 Estructuras cerebrales implicadas en la agresividad

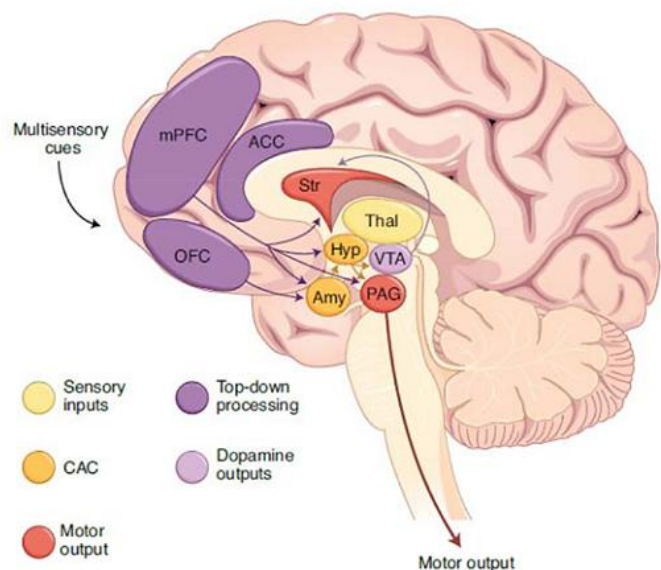
Para poder adquirir un mayor grado de comprensión sobre lo que implica la agresión a nivel cerebral, es necesario explicar los circuitos cerebrales implicados y las funciones de cada estructura. Primero los estímulos amenazantes del entorno son procesados en el tálamo. Posteriormente dicha información llega hasta los ganglios basales y tallo encefálico a través de los circuitos de la agresividad (Core Agresion Circuits o CAC), los cuales involucran diversas regiones cerebrales subcorticales (la amígdala, el hipotálamo, la

sustancia gris periacueductal y el estriado) destinadas a la detección de amenazas, la generación de respuestas agresivas y activación de reacciones defensivas y ofensivas de forma automática. Las conductas agresivas son reguladas por la corteza prefrontal que funciona como control cognitivo de los datos obtenidos (sensoriales, motoras, impulsos etc.) a través de los diversos CAC (Tobeña, 2022). Como se puede observar en la *Figura 1*, se trata de una interacción entre diversas estructuras y sus

diferentes anomalías que alteran el funcionamiento cerebral y hacen a una persona más o menos propensa hacia actividades violentas. Es decir, la cuestión debe ser estudiada desde una perspectiva en sentido amplio, teniendo en cuenta la interrelación de las partes cerebrales y las posibles alteraciones estructurales de cada una de ellas y no observarlas como entes separados.

Figura 1

Circuitos de la agresión



Fuente: Tobeña (2022)

3.2.4.1 Hipotálamo

Se ha examinado que el hipotálamo, una estructura subcortical con funciones como la regulación del sueño, impulsos sexuales, el hambre o la sed, tiene una alta influencia a la hora de ejecutar conductas agresivas (Guillou, 2023). Se destaca la función de regular mecanismos como “*fight and flight*” (lucha y huida) versus “*rest and digest*” (descanso y digestión) en cuanto a la expresión de conductas violentas ante situaciones amenazantes, ya que la probabilidad de la aparición de conductas violentas e impulsivas incrementa cuando predomina la reacción de lucha o huida. Asimismo, produce oxitocina y vasopresina, las cuales aparte de controlar funciones fisiológicas como el ritmo circadiano y regulación térmica, tienen un impacto en el comportamiento social, el cual incluye conductas violentas (Sturmey, 2025). Las conexiones entre el hipotálamo medial y lateral con diversas estructuras cerebrales, incluyendo el sistema límbico, el área septal, la CPF, la circunvolución del cíngulo y la formación hipocampal, regulan e interfieren en la agresión (Sepúlveda Rojas y Moreno Paris, 2023). En un estudio realizado por Ng et al. (2011) se encontró que pacientes con un hamartoma (tumor benigno que aparece por un crecimiento desorganizado de células) en la parte hipotalámica del cerebro, aumentan las reacciones agresivas hacia el entorno y que, cuando esta malformación es extraída, las conductas violentas cesan en gran medida.

Cabe destacar especialmente la importancia del hipotálamo ventromedial dentro de la iniciación, regulación y modulación de respuestas violentas hacia estímulos. No solamente se encarga de iniciar conductas agresivas, sino que además tiene un papel fundamental para la expresión de la agresión al integrar información sobre señales sensoriales, estados hormonales y motivaciones, así como acciones preparatorias para la conducta violenta (Hashikawa et al., 2017). Un estudio replicado por Haller en 2014 (Citado en Ortega-Escobar y Alcázar- Córcoles, 2016) mostró que las agresiones reactivas se ven disminuidas en sujetos con lesiones cerebrales en el hipotálamo posteromedial. En contraste, el hipotálamo lateral parece estar más vinculado a conductas agresivas proactivas según Molina López et al. (2023).

3.2.4.2 Sistema límbico: la amígdala y el hipocampo

Situada en los lóbulos temporales del cerebro se encuentra la amígdala, una estructura perteneciente al sistema límbico y esencial para la gestión, evaluación y regulación emocional, además de modular respuestas motivacionales, cognitivas,

afectivas y motoras procedentes de un aprendizaje y memoria basado en las emociones (Rosell y Siever, 2015). Es decir, está implicada en regular respuestas emocionales y conductas sociales, detectar amenazas y reaccionar hacia estas, así como procesar y ajustar el mecanismo cerebral de recompensas (Sepúlveda Rojas y Moreno Paris, 2017). Por ello, se le ha atribuido una gran importancia a la hora de estudiar comportamientos agresivos subyacentes a anomalías estructurales y funcionales de esta parte cerebral; una reducción en el tamaño de esta parece hacer a la persona más propensa a la violencia (Marr, 2020). En esta línea, se ha encontrado que la agresividad impulsiva se puede deber a una hiperresponsividad de la amígdala por estrés temprano, debida a un mal desarrollo de esta, en combinación con una afinidad incrementada de los receptores GABA-A (Albiol Moya, 2015). En general, parece que una amígdala hiperreactiva junto con una regulación disfuncional sobre la actividad de esta por parte del CPF, suponen un correlato neurológico con la impulsividad y la agresividad (Bertsch, 2012).

Además, daños en la amígdala pueden llevar a que el individuo tenga déficits para reconocer malestar en expresiones faciales de otros y dar respuestas de miedo, dos aspectos propios de personas diagnosticadas con psicopatía y aumentada tendencia hacia la agresividad y la violencia (Sepúlveda Rojas y Moreno Paris, 2017). Asimismo, la hiperreactividad de la amígdala y del córtex orbitofrontal, al sentar las bases para una falta de empatía, emotividad y arrepentimiento, se puede relacionar con la aparición de violencia instrumental. Otras investigaciones mostraron además que las personas con tendencia a mostrar conductas de lucha o violencia tienen una actividad amigdalina elevada y simultáneamente una actividad reducida del estriado ventral, así como del córtex cingulado anterior (Bertsch, 2012). Como anteriormente se ha mencionado, la amígdala tiene como función esencial la regulación emocional. El complejo amigdalino se constituye de varios núcleos con funciones cerebrales específicas, siendo estos los siguientes: un grupo centromedial, basolateral y corticomedial. Además, existen las masas o grupos celulares intercalados, cuya clasificación dentro de los anteriores grupos parece inadecuada por lo que componen una categoría propia. Específicamente una malformación de estas masas celulares podría alterar el mecanismo de inhibición y aumentar la tendencia de respuestas violentas hacia todo tipo de estímulos, al ser responsables de la regulación de la actividad inhibitoria de la amígdala (Sepúlveda Rojas y Moreno Paris, 2017).

Junto con la amígdala, el hipocampo modula respuestas de ansiedad, agresividad y miedo, aparte de estar involucrado en procesos de la memoria (generación y recuperación de recuerdos) y el aprendizaje. Además, tienen un papel esencial a la hora de tomar decisiones: la amígdala genera respuestas afectivas y somáticas hacia un estímulo en concreto y dichas respuestas son almacenadas en el hipocampo para poder ser recreadas en futuras situaciones similares y agilizar el proceso de toma de decisión ocurrente en la corteza prefrontal. Cuando existen alteraciones en las conexiones entre estas estructuras cerebrales, interfiriendo en la regulación adecuada emocional, la aparición de conductas violentas e impulsivas se exagera (Cupaioli et al., 2021).

Por último, parece interesante mencionar un estudio de Coccaro et al. (2015), en el cual se investigaron las diferencias morfométricas de la amígdala e hipocampo en personas con conductas agresivas impulsivas (con diagnóstico de trastorno explosivo intermitente). Los resultados mostraron deformaciones significativas en ambas estructuras en los sujetos, las cuales llevan a disfunciones en los circuitos neuronales y fronto-límbicos, asociados a la regulación emocional y consiguientemente a la agresión.

3.2.4.3 Corteza prefrontal

La corteza prefrontal (CPF) resulta ser una de las áreas cerebrales más estudiadas al investigar el origen de la conducta violenta y los comportamientos agresivos. Esta estructura cerebral, consistente de tres partes especialmente interesantes para el ámbito de la criminología (corteza orbitofrontal, corteza cingulada anterior, corteza prefrontal ventromedial) y constituye una parte del lóbulo frontal, delante de la corteza premotora. Sus funciones principales se fundamentan en la capacidad de resolución de problemas, la regulación emocional y el mecanismo inhibitorio, además de estar implicada en el análisis y toma de decisiones (Ríos Maya et al., 2024). Conviene resaltar la importancia de la interacción de la CPF con otras estructuras cerebrales, específicamente el hipotálamo y la sustancia gris periacueductal (SGPA), involucrados en la respuesta al estrés. Asimismo, se da la hipótesis de que el eje hipotalámico-pituitario-adrenal puede desencadenar respuestas desproporcionalmente violentas en situaciones estresantes, si se diese una desregulación (Molina López et al., 2023). Relacionado con la SGPA, cabe destacar que influye en el metabolismo glucolítico y reacciones emocionales que tengan relación con la preparación fisiológica para ciertas conductas como la agresividad. Además, la SGPA parece tener influencia en la creación de expresiones faciales agresivas (Sturmei, 2015).

De igual modo, el control “*top-down*” de la conducta social, se ve influenciada por la corteza prefrontal ventromedial, la cual se encarga de analizar recompensas y costes de cada comportamiento, incluyendo la conducta violenta y agresiva; es decir, un déficit en dicho control puede causar un aumento en la conducta agresiva (Molina López et al., 2023). La importancia de la CPF a la hora de analizar conductas violentas se evidencia a través de una cantidad de estudios, en los cuales se investigaron los impactos que tienen lesiones cerebrales en esta región. Así es que, daños cerebrales en la parte ventromedial pueden explicar un cambio en la forma de interpretar y expresar emociones mientras que anomalías en la parte orbitofrontal resultan en un incremento en el riesgo de ejecutar actos violentos en caso de vivenciar situaciones estresantes (Ríos Maya et al., 2024). Asimismo, una disminución de la actividad funcional de la corteza orbitofrontal y ventromedial se relaciona con comportamientos antisociales y violentos, especialmente con la presencia de una amígdala hiperactiva (Molina López et al., 2023). De esta forma, un déficit en la actividad en la CPF orbitofrontal implicaría la aparición de conductas reactivas agresivas por la falta de control de impulsos mientras que un nivel de actividad adecuado mostraría tendencias hacia la presencia de conductas agresivas proactivas (Tangarife e Ibáñez, 2020; Alcázar-Córcoles et al., 2010). De la misma manera, se ha encontrado que la disminución de sustancia gris en la corteza prefrontal dorsolateral y un tamaño reducido de la corteza cingulada posterior se relacionan con conductas agresivas elevadas. Estas estructuras cerebrales junto con los lóbulos parietales inferiores se activan a la hora de tomar decisiones de tipo moral. En caso de agresiones proactivas las conexiones entre estas áreas y su grado de actividad se ve afectado (Molina López et al., 2023).

Resumiendo, cualquier déficit de la corteza prefrontal se puede asociar a un incremento en la irritabilidad, impulsividad, presencia de conductas de riesgo, falta de empatía, indiferencia hacia normas y falta de razonamiento moral. Es decir, la persona con un daño cerebral en esta zona puede mostrar rasgos psicopáticos (se estaría hablando de la llamada “psicopatía adquirida”) y propensión hacia la violencia (Haller, 2020).

3.2.4.4 Cuerpo estriado

Esta estructura subcortical cerebral formada por el putamen, globo pálido y núcleo caudado pertenece a los ganglios basales y se ve involucrado en la regulación del aprendizaje, movimiento y la conducta, lo cual incluye también conductas agresivas. Además, procesa mecanismos motivacionales y valorativos hacia estímulos para dar

respuestas pertinentes a nivel cognitivo, motor y emocional (Molina López et al., 2023). La estimulación o inhibición de las diversas zonas cerebrales en cada caso, modula lo que será una conducta violenta (Alcázar- Córcoles et al., 2010). Adicionalmente, parece que el circuito fronto-límbico-estriatal tiene un papel importante en la aparición de la conducta violenta y que un aumento en el tamaño del cuerpo estriado incrementa el riesgo de mostrar este tipo de comportamientos (Molina López et al., 2023).

Tabla 3

Influencia de aspectos neurobiológicos en los tipos de agresión y sus consecuencias

	Agresión reactiva	Agresión proactiva	Consecuencia en la conducta violenta
Estructura cerebral			
Córtex prefrontal	X	X	↑
	(orbitofrontal)	(dorsolateral)	
Amígdala	X	X	↑
	(hiperreactiva)	(hiporreactiva)	
Hipotálamo		X	↑
		(lateral)	
Genética			
5-HTT	X	X	↑
	(alelo corto)	(alelo largo)	
MAO-A	X	X	↑
DRD 2	X	X	↑
Neurotransmisor			
Serotonina	X		↓
Dopamina	X	X	↑
Aminoácido GABA	X	X	↓
Norepinefrina	X		↑
Glutamato	X		↑
Hormona			
Testosterona	X	X	↑
Cortisol	X		↓
Oxitocina	X		↓

Nota. Elaboración propia con información recopilada de la revisión bibliográfica previamente mencionada. La indicación “X” señala el tipo de agresión afectada y la dirección de flechas indica un aumento o disminución de la agresividad.

3.3 Registros de la conducta violenta a través de técnicas de neuroimagen

Existen diferentes técnicas de neuroimagen utilizadas para el estudio de anomalías cerebrales a nivel estructural, así como funcional. Las más comunes son: Tomografía computarizada (TC), Resonancia Magnética (RM), Resonancia Magnética funcional (fMRI), Tomografía por Emisión de Positrones (PET), Electroencefalografía (EEG) y Tomografía computarizada por Emisión de Protones (SPECT).

Por un lado, se han utilizado **técnicas de neuroimagen funcionales** como la *Resonancia magnética funcional (fMRI)*, *Tomografía por Emisión de Positrones (PET)* y *Tomografía computarizada por Emisión de Protones (SPECT)*. Como se explicará a continuación, según los resultados de neuroimagen de SPECT y PET, se han comprobado disfunciones en el CPF cuando se dan conductas violentas, agresivas y antisociales. Específicamente, el lóbulo temporal, la CPF ventromedial y el cuerpo cingulado anterior muestran una menor actividad en sujetos con conductas agresivas o violentas además de darse un malfuncionamiento en los circuitos subcorticales asociados a la amígdala, ganglios basales e hipocampo. Neuroimágenes a través de PET demuestran además una disminución en el flujo sanguíneo y mecanismos metabólicos en áreas frontales corticales, lo cual se relaciona con conductas violentas repetitivas y sin objetivo concreto (Fabian, 2010).

Igualmente, en una investigación realizada por Cupaioli et al. (2021) usando fMRI, se contrastó una conectividad alterada dentro del cuerpo amigdalino, resultando en conductas violentas y antisociales al reducir la reactividad emocional y las respuestas empáticas, así como diferencias funcionales en el cuerpo estriado, el cual se ve vinculado al circuito de recompensas. Dichos hallazgos concuerdan con la hipótesis de la existencia de una relación entre el sistema de recompensas y tendencias hacia conductas criminales.

Por otro lado, las **técnicas de neuroimagen estructurales y anatómicas** como la *Resonancia magnética (RM)* y *Tomografía Computarizada (TC)* también proporcionaron datos interesantes. En un estudio de Schlitz et al. (2013), se utilizaron ambas técnicas para evaluar anomalías cerebrales en 287 personas encarceladas sin antecedentes psiquiátricos, algunas de ellas con actitudes y comportamientos extremadamente violentos y agresivos. A través de estas neuroimágenes se ha podido detectar una prevalencia de alteraciones cerebrales a nivel estructural (en el CPF, la amígdala, lóbulo temporal etc.) en personas

que han cometido delitos violentos. Cabe mencionar que en el presente estudio no se discriminaron los sujetos en cuanto a violencia proactiva o reactiva.

Sumado a esto, se puede constatar una actividad reducida en individuos con conductas violentas y agresivas en las siguientes áreas cerebrales: córtex prefrontal orbitofrontal, corteza medial anterior, corteza frontal medial y corteza frontal superior (Fabian, 2010). A través de la RM, se ha podido observar que una reducción en el volumen del CPF, encargado de inhibir impulsos y tomar decisiones, es común en personas involucradas en la comisión de delitos (Carbia et al., 2021). Además, estudios realizados con ayuda de esta misma técnica de neuroimagen, han reflejado un menor volumen de la sustancia gris en el CPF en sujetos con trastorno de personalidad antisocial, lo cual parece relacionarse con un aumento en la comisión de crímenes violentos y rasgos psicopáticos. También se evidenciaron otras patologías referentes a la amígdala y anomalías en el volumen de sustancia blanca en áreas no especificadas situadas fuera de la corteza frontal (Fabian, 2010).

Del mismo modo, en un estudio de Storvestre et al. (2019), se utilizó una técnica de neuroimagen relativamente nueva que deriva de la RM, llamada imágenes con tensor de difusión (ITD). Estas mostraron alteraciones en la conectividad entre diferentes regiones cerebrales en aquellas personas con un historial de criminalidad. En caso de que no se presente una integridad estructural entre todas las partes del cerebro, la cual promueve la comunicación neuronal y a la vez la regulación emocional y control de impulsos, las funciones tanto cognitivas como emocionales se ven gravemente afectadas.

Para el estudio de la **actividad cortical global**, en las investigaciones existentes al respecto, se hizo uso del *Electroencefalograma (EEG)*. Resultados obtenidos de diferentes estudios realizados con EEG en población reclusa, muestran un déficit en el funcionamiento del córtex prefrontal además de un nivel de arousal reducido en la corteza cerebral y concretamente zonas frontotemporales. De igual modo, se encontraron hallazgos a través de EEG sobre la existencia de una actividad anormal en las zonas frontales del cerebro en agresores violentos con comportamientos agresivos habituales, más que en aquellos individuos con conductas violentas aisladas. También se ha encontrado que personas que han cometido el delito de homicidio tienen déficits en el funcionamiento del hemisferio derecho, específicamente en la corteza temporal. De hecho, las neuroimágenes EEG y PET en un estudio con 14 individuos en prisión por asesinato, mostraron una actividad enlentecida en las áreas temporales (Fabian, 2010).

Otros estudios de EEG han sido fundamentales para obtener conocimientos que implican la existencia de alteraciones en factores neuromoleculares, especialmente en las regiones cerebrales involucradas en el control inhibitorio, en la presencia de conductas criminales (Storvestre et al., 2019).

En conclusión, las técnicas de neuroimagen ofrecen una oportunidad para recopilar conocimientos sobre la implicación de anomalías cerebrales en la conducta violenta. No obstante, cabe destacar que existe una gran variabilidad en las anomalías que demuestran las técnicas de neuroimagen. Es fundamental ampliar los estudios, realizar investigaciones más detalladas y contrastar los descubrimientos científicos. Al obtener una mayor comprensión sobre el funcionamiento cerebral y los mecanismos involucrados, se podrán crear programas de tratamiento y rehabilitación para individuos que presenten estas anomalías estructurales y funcionales que llevan a la ejecución de comportamientos agresivos y violentos. En un sentido más amplio, estos hallazgos podrían además ser de gran utilidad a la hora de conceptualizar planes de prevención contra los crímenes de naturaleza violenta y fomentar una reinserción adecuada de los individuos que muestren comportamientos antisociales y violentos a causa de dichas anomalías cerebrales.

3.4 Comparación de anomalías neurobiológicas y lesiones cerebrales en diferentes tipos de agresores violentos

Agresores impulsivos, no violentos e instrumentales

Al buscar diferencias entre agresores reactivos y proactivos **a nivel funcional**, se ha podido descubrir que agresores impulsivos tienen menos actividad metabólica en las áreas subcorticales mientras que agresores proactivos muestran una actividad subcortical excesiva (Fabian, 2010). Por lo general, se ha evidenciado que la agresión reactiva se relaciona con un incremento en la actividad neuronal en las áreas temporales que comprenden la amígdala, el hipocampo y el giro parahipocampal, además de mostrar una actividad disminuida del córtex prefrontal y cingular anterior. En la agresión proactiva, sin embargo, la amígdala parece ser menos reactiva ante estímulos con carga afectiva y, durante el procesamiento emocional, estos individuos muestran una actividad reducida de las áreas prefrontales que controlan los circuitos límbicos (Schlitz et al., 2013).

Además, se pueden encontrar otras anomalías funcionales, incluyendo funciones ejecutivas, la memoria, construcción visoespacial, atención, lenguaje, inteligencia etc.

Deterioro en la región dorsolateral de la CPF, reguladora de la flexibilidad cognitiva y respuestas aprendidas, parece poderse vincular a la reincidencia de cometer actos violentos. Además, individuos con comportamiento antisocial obtienen peores resultados en tareas relacionadas con las funciones ejecutivas y muestran deficiencias cognitivas vinculadas al córtex frontal y temporal. En casos de delincuentes juveniles se puede destacar un déficit en las funciones memorísticas y espaciales cuando subyace un daño cerebral, TDAH o una historia de abuso. Varios estudios demuestran que personas internas con conductas violentas tienen deficiencias en las funciones ejecutivas y de memoria, atención sostenida y concentración (Leutgeb et al., 2015).

En un estudio realizado por Chou et al. (2022), se analizaron las diferencias a **nivel estructural** en la sustancia gris y blanca cerebral, comparando estas en agresores impulsivos, proactivos y no violentos. Se destacan hallazgos como que en agresores no violentos la cantidad de sustancia gris en el giro temporal superior derecho es mayor que en los otros dos grupos y que en agresores proactivos se detecta una mayor difusión en el giro derecho recto. Esta última estructura se ve altamente implicada en mostrar hostilidad, irritabilidad, déficits de atención, depresión etc. Este incremento en la difusión puede deberse a daños degenerativos de los axones a nivel celular, teniendo un impacto en conductas asociadas a la agresividad e hiperactividad.

También se encontró una mayor cantidad de sustancia gris en el tálamo bilateral en agresores no violentos que en instrumentales, los cuales a su vez muestran más sustancia gris en el giro frontal medial derecho que agresores impulsivos. Asimismo, agresores impulsivos parecen tener menor cantidad de sustancia gris en el giro frontal medio, pudiéndose relacionar esto con diferencias en procesamientos emocionales, atencionales y memorísticos en contraste con agresores instrumentales. A causa del déficit de sustancia gris en agresores proactivos en el tálamo bilateral, existe un deterioro en procesos sensoriales, motores, atencionales, cognitivos y de memoria (Chou et al., 2022). Además, la menor cantidad de sustancia gris en el giro medio derecho en agresores impulsivos refuerza el planteamiento de que individuos que han cometido asesinatos de forma impulsiva y desorganizada, tienen una capacidad limitada para controlar e inhibir conductas agresivas por el daño en el córtex prefrontal, mientras que agresores proactivos pueden controlar dichos impulsos al no padecer de una desregulación en las funciones de la corteza prefrontal (Chou et al., 2022).

Aparte, la conducta violenta en la población reclusa se debe en muchas ocasiones a traumatismos cerebrales, daños cerebrales adquiridos, déficits cognitivos, epilepsia y como ya se ha visto, anomalías neurológicas. Se ha encontrado que sujetos con un diagnóstico de daño cerebral a nivel orgánico, presentan comúnmente condenas por crímenes violentos. Asimismo, sujetos con lesiones en las regiones cerebrales del CPF, parecen ser propensos a la agresión reactiva (Schlitz et al., 2013).

Agresores condenados por homicidio y asesinato

Personas que han cometido homicidio o asesinato, cuyos crímenes tienen orígenes de impulsividad e ira situacional, es decir, agresión reactiva, muestran una actividad reducida en el córtex prefrontal y actividad aumentada en los ganglios basales, sistema límbico, tálamo y mesencéfalo (Fabian, 2010). Esta población en específico parece mostrar déficits significativos en el metabolismo, en el área bilateral prefrontal, cuando se activa el córtex frontal. Asimismo, el metabolismo glucogénico está reducido en las áreas del giro superior parietal, giro angular izquierdo y cuerpo calloso, además de mostrar asimetrías en la amígdala, tálamo y lóbulo meso-temporal (Fabian, 2010).

Agresores con psicopatía

En cuanto a agresores con psicopatía o rasgo psicopáticos, los cuales se caracterizan por ejecutar actos de violencia proactiva, neuroimágenes estructurales mostraron una reducción de la sustancia gris y tamaño del hipocampo posterior, así como de la amígdala. Neuroimágenes funcionales indicaron una disminución de mecanismos metabólicos en los lóbulos frontales y temporales durante las tareas de condicionamiento clásico y pruebas de inhibición (Fabian, 2010). A través de un estudio realizado por Raine et al. (2003) se ha podido constatar un incremento significativo de la sustancia blanca en el cuerpo calloso (mayor longitud, menor densidad) en estos individuos. Relacionado con esto, las anomalías de sustancia gris en la corteza prefrontal y áreas motoras como el cerebelo y ganglios basales, no solamente se asocian a rasgos psicopáticos sino también a la reincidencia criminal en agresores violentos (Leutgeb et al., 2015).

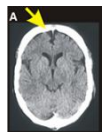

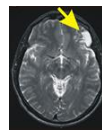
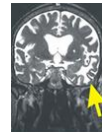
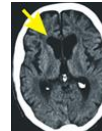
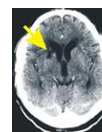

Centrándose en la amígdala, se ha determinado que, en individuos con psicopatía, la capacidad de 1) regular el miedo y las emociones en general 2) generar una respuesta y asociaciones hacia estímulos punitivos 3) integrar el sistema moral existente que es parte de la socialización, se ve altamente afectada (Blair et al. 2005). Además, Kiehl et al. (2004) han investigado y concluido que personas con psicopatía parecen tener

disfunciones en el hemisferio derecho durante el procesamiento de información abstracta, específicamente en el procesamiento del lenguaje referente a palabras abstractas o concretas.

A continuación, se mostrará una tabla comparativa de agresores condenados por diferentes delitos violentos cometidos, entre ellos, lesiones graves, asesinato, robo y tráfico de drogas. Como se puede observar, se ven afectadas diversas áreas cerebrales a nivel estructural en cada caso (*Tabla 4*); no se tratan de hallazgos generalizables, pero sí son altamente útiles para enfocar el estudio continuado de daños cerebrales y analizar su influencia en la conducta violenta del individuo.

Tabla 4

Resultados de anomalías cerebrales a nivel estructural en diferentes tipos de agresores violentos a través de las técnicas de neuroimagen TC y RM

Delito	Edad	Anomalía cerebral	Imagen cerebral
Asesinato	40	Atrofia moderada en área frontal, parasagital	
Robo múltiple	22	Atrofia en zona frontal cortical	
Sicario	49	Atrofia del lóbulo temporal y malformación de lóbulo frontal izquierdo	
Lesiones graves	52	Lesión significativa en lóbulo temporal derecho	
Fraude y Robo	55	Atrofia lóbulo frontal	
Fraude	60	Lesión en la derecha de los ganglios basales	
Tráfico de drogas	27	Lesión bilateral en región temporal	

Nota. Elaboración propia inspirada en aportaciones del estudio de Schiltz et al. (2013).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Este trabajo se ha centrado en una detallada descripción y explicación sobre el concepto de la conducta violenta, sus diferentes tipos y los mecanismos neurobiológicos, así como estructuras cerebrales involucradas que subyacen a esta. Para ello, primero se ha tratado de diferenciar lo que es la violencia de la agresividad para posteriormente explicar la discriminación entre agresión proactiva y reactiva. Esta diferenciación es esencial para entender el concepto de conducta violenta y los factores neurobiológicos involucrados en ella, ya que no son los mismos en ambos tipos de agresión. Entonces, la agresión proactiva se refiere a una forma de agresión premeditada, con un objetivo, “a sangre fría” mientras que la agresión reactiva es impulsiva, momentánea, “sangre caliente”.

Posteriormente se han analizado diferentes agentes neurobiológicos, entre ellos hormonas y neurotransmisores, así como ciertos genes y estructuras cerebrales involucradas en la creación de conductas violentas. Es destacable que disfunciones en los circuitos serotoninérgicos, dopaminérgicos, así como oxitocinérgicos propulsan conductas violentas. Además, parece que conexiones entre el nivel de cortisol y testosterona tienen un impacto importante en la expresión de conductas violentas. No obstante, la influencia de estas hormonas sobre la conducta humana relacionada con la agresividad sigue siendo objeto de estudio. A nivel estructural, parecen estar implicadas varias zonas cerebrales, tales como el hipotálamo, sistema límbico y el CPF. Especialmente disfunciones en la interacción de estas son cruciales para promover o disminuir comportamientos violentos. Concretamente, una amígdala hiperactiva junto con un malfuncionamiento del CPF incrementan la aparición de conductas impulsivas y agresivas. Por otro lado, el hipotálamo ha mostrado ser un actor importante en la interpretación de estímulos y la iniciación de conductas violentas, por lo que un daño en esta zona cerebral implicaría un aumento del riesgo en el sujeto de mostrarse agresivo.

Investigaciones también han demostrado la influencia de determinados genes en la conducta violenta. De ese modo, el gen MAO-A provoca una disminución de serotonina, lo cual aumenta la agresividad en el sujeto. Otros genes implicados en la expresión de violencia serían el gen transportador de serotonina 5-HTT o el gen receptor de dopamina DRD2. Sin embargo, es imprescindible estudiar a mayor profundidad el impacto de mutaciones en estos genes, especialmente en combinación con factores externos y ambientales. Acerca de estos últimos se puede constatar la existencia de múltiples factores

predisponentes a comportamientos violentos en la persona, tales como: la falta de apego, estructuras familiares disfuncionales, el consumo de sustancias etc. En general, cabe señalar que la base de las conductas violentas no se debe a un único factor sino más bien a una combinación de aspectos neurobiológicos, genéticos y ambientales.

Adicionalmente, se han expuesto diversas técnicas de neuroimagen que pueden ser útiles para contrastar anomalías existentes en el cerebro que puedan explicar la razón por la que algunos individuos son más propensos a actuar agresivamente. Así la RM muestra una disminución del volumen del CPF relacionado con la violencia, a través del EEG se observan disfunciones en el córtex temporal en individuos violentos y la PET demuestra alteraciones en el flujo sanguíneo y metabólico en las regiones frontales corticales. La fMRI ha mostrado desajustes en los circuitos de conectividad en la amígdala y el TC reveló anomalías estructurales en el cerebro en las áreas frontal ventromedial y regiones temporales corticales.

Por último, fueron aportados diferentes ejemplos de alteraciones cerebrales y neurobiológicas en una variedad de agresores y población reclusa por delitos con carácter violento y agresivo. Parece que la principal diferencia entre agresores proactivos y reactivos se fundamenta en que la actividad metabólica es deficiente en caso de agresores impulsivos y excesiva en caso de agresores instrumentales. No obstante, en ambos casos se han podido evidenciar alteraciones importantes en el funcionamiento tanto de la amígdala como del CPF, así como alteraciones en la cantidad de sustancia gris. Adicionalmente, personas con daños cerebrales adquiridos, sobre todo en la zona fronto-temporal, muestran con mayor frecuencia conductas violentas.

Como se ha podido observar, existe un gran número de factores que originan la aparición de un acto violento: hormonas, neurotransmisores, partes cerebrales concretas etc. Alteraciones en cada una de ellas pueden aumentar la expresión de violencia en la persona. Pero es imprescindible adoptar una perspectiva global e integradora, prestando atención a las conexiones entre los diferentes mecanismos y procesos neuronales y no extrapolar la conducta violenta a solamente un factor neurobiológico; se trata de un conjunto de aspectos que se tienen que dar a nivel molecular y la interacción de las estructuras cerebrales.

No obstante, es importante mencionar ciertas limitaciones de esta revisión bibliográfica y considerar futuras líneas de investigación pertinentes. Así es que, hay que

tener en cuenta que los estudios presentados son altamente heterogéneos, es decir, las muestras presentan una alta variabilidad en lo que se refiere a etnia, edad, tamaño etc. y la metodología e instrumentos utilizados para el análisis de la conducta violenta tampoco es estandarizada, lo cual dificulta la generalización de resultados. Dentro de estos aspectos, destaca que los participantes en la mayoría de los estudios son personas residentes en centros penitenciarios y de género masculino, lo cual limita significativamente tratar los datos obtenidos en las investigaciones como universales. Existe una laguna en las investigaciones en cuanto al estudio de la conducta violenta en mujeres. Asimismo, en varios casos, estudios muestran resultados contradictorios o no concluyentes en cuanto a las funciones e implicaciones de diferentes bases neurobiológicas en la agresividad y violencia. Por ello es necesario realizar más investigaciones y estudios, con muestras de un tamaño adecuado y que involucren a toda la población para que los resultados sean representativos. Además, cabe indicar que en la búsqueda bibliográfica puede darse la falta de estudios y artículos relevantes, aunque fuese detallada, entre otros aspectos para respetar la longitud de este trabajo.

Por último, la realización de este trabajo ha impulsado a reflexionar sobre varias cuestiones relacionado con el ámbito de la criminología. Una de las preguntas que surge tras analizar las bases biológicas y neurológicas de la conducta violenta, es el cuestionamiento de si personas que muestran anomalías cerebrales y neurobiológicas tienen capacidad volitiva y comprensiva a la hora de cometer un delito violento. Si no fuera afirmativo, dentro del marco jurídico ¿la existencia de dichas alteraciones podría suponer un atenuante o incluso eximente de la pena? En otras palabras, habría que evaluar la imputabilidad del individuo, así como la capacidad de control sobre sus actos. En la actual legislación española, en el Código Penal Español (Ley Orgánica 10/1995) en el artículo 20, se contemplan supuestos como alteraciones psíquicas graves o anomalías en los cuales se aplican eximentes completas o parciales al considerarse que el individuo no tenía la capacidad suficiente para comprender la ilicitud del hecho. El artículo 21, a su vez, establece circunstancias atenuantes de la pena como lo serian alteraciones significativas en la percepción de la persona. Sin embargo, en ningún momento se incluyen como circunstancia propia, la existencia de alteraciones relacionadas con disfunciones cerebrales con bases neurobiológicas; o sea, daños cerebrales graves (ya sean congénitos o adquiridos) o alteraciones en el funcionamiento del sistema endocrino. De ahí la pregunta de si la presencia de anomalías neurobiológicas como las expuestas en

este trabajo, deberían ser añadidas y las consecuencias que supondría esto para el ámbito jurídico y penal, así como criminológico. En este aspecto, el reto sería encontrar un equilibrio entre la apreciación de la influencia de factores biológicos a la hora de cometer delitos y la responsabilidad individual. Aspectos neurobiológicos podrían explicar ciertos comportamientos delictivos, pero queda por investigar hasta qué punto son deterministas y podrían ser un motivo de justificación para no imponer una pena o atenuarla.

En general, también parece interesante plantearse en qué medida los conocimientos neurobiológicos en esta área pueden ser útiles para la prevención de la criminalidad, puesto que existe la tendencia de atribuir la expresión de violencia y agresividad a factores culturales y una socialización inadecuada de la persona. Dicho en otras palabras, si es posible conceptualizar tratamientos terapéuticos o de rehabilitación para estas personas o incluso intervenciones médicas a nivel orgánico, lo cual por supuesto conllevaría cuestiones éticas a aclarar.

En conclusión, la adquisición de los conocimientos neurobiológicos presentados es relevante en el campo de la criminología y pueden conformar un hallazgo de mayor envergadura para poder aplicar una perspectiva biopsicosocial acerca de la conducta violenta y así promover la búsqueda de estrategias innovadoras de rehabilitación. Aun así, es un ámbito que precisa de una actualización constante, lo cual significa que debe ser estudiada exhaustivamente, teniendo en cuenta las implicaciones que puede tener a nivel personal, social, jurídico y criminológico. Asimismo, es necesario señalar que, aunque este trabajo se haya centrado exclusivamente en las bases neurobiológicas de la conducta violenta, se trata de un fenómeno multifactorial en el cual juega un papel fundamental la interacción e interrelación de aspectos biológicos, sociales, psicológicos y ambientales y ninguno puede ser obviado para comprender lo que entraña el concepto de violencia.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar-Córcoles, M. Á., Verdejo García, A., Bouso Saiz, J. C. y Bezos Saldaña, L. (2010). Neuropsicología de la agresión impulsiva. *Revista de neurología*, 50(5), 291-299.
- Bertsch, K. (2012). Neurobiologie der Aggression. En F. Schneider (Ed.), *Positionen der Psychiatrie* (89-94). Springer.
- Blair, J., Mitchell, D. y Blair, K. (2005). *The psychopath. Emotion and the brain*. Massachusetts: Blackwell Publishing.
- Carbia, C., Lannoy, S., Maurage, P., López-Caneda, E., O’Riordan, J.K., Dinan, T.G. y Cryan, J.F. (2021). A biological framework for emotional dysregulation in alcohol misuse: from gut to brain. *Molecular Psychiatry*, 26, 1098–1118. <https://doi.org/10.1038/s41380-020-00970-6>
- Carrera Palao, R. E. (2016). Criminología biológica: Una mirada desde la genética forense. *Archivos de Criminología, Seguridad Privada y Criminalística*, 7(18), 7-21.
- Chou, M.-C., Cheng, T.-C., Yang, P., Lin, R.-C. y Wu, M.-T. (2022). Changes of Brain Structures and Psychological Characteristics in Predatory, Affective Violent and Nonviolent Offenders. *Tomography*, 8(3), 1485–1492. DOI: [10.3390/tomography8030121](https://doi.org/10.3390/tomography8030121)
- Coccaro, E. F., Lee, R., McCloskey, M., Csernansky, J. G. y Wang, L. (2015). Morphometric analysis of amygdala and hippocampus shape in impulsively aggressive and healthy control subjects. *Journal of psychiatric research*, 69, 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.07.009>
- Código Penal Español, Ley Orgánica 10/1995. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 281, de 24 de noviembre de 1995, artículo 20 (actualizado 2015) y 21 (actualizado 2010). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-25444>
- Cupaioli, F. A., Zucca, F. A., Caporale, C., Lesch, K. P., Passamonti, L. y Zecca, L. (2021). The neurobiology of human aggressive behavior: Neuroimaging, genetic, and neurochemical aspects. *Progress in neuro-psychopharmacology and biological psychiatry*, 106, 110059. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2020.110059>
- Denson, T. F., O’Dean, S. M., Blake, K. R. y Beames, J. R. (2018). Aggression in Women: Behavior, Brain and Hormones. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12(81), 1-20. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00081>
- Fabian, J. M. (2010). Neuropsychological and neurological correlates in violent and homicidal offenders: A legal and neuroscience perspective. *Aggression and Violent Behavior*, 15(3), 209-223. DOI: 10.1016/j.avb.2009.12.004
- Guillou, O. (2023). Communication, prévention de l’agressivité et gestion de la violence. *Ethical Formation*, 4(1), 11-13. https://www.ethicalformation.com/wp-content/uploads/2023/11/Support-ISA-V4_0123.pdf

- Haller J. (2020). The Neurobiology of Human Aggression and Violence. En *Neurobiopsychosocial Perspectives on Aggression and Violence: From Biology to Law Enforcement* (291-328). Cham: Springer International Publishing.
- Hashikawa, Y., Hashikawa, K., Falkner, A. L. y Lin, D. (2017). Ventromedial hypothalamus and the generation of aggression. *Frontiers in systems neuroscience*, 11 (94). <https://doi.org/10.3389/fnsys.2017.00094>
- Hrabovszky, E., Halász, J., Meelis, W., Kruk, M., Liposits, Z. y Haller, J. (2005). Neurochemical characterization of hypothalamic neurons involved in attack behavior: Glutamatergic dominance and co-expression of thyrotropin-releasing hormone in a subset of glutamatergic neurons. *Neuroscience*, 133(3), 657–666. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.03.042>
- Instituto Nacional de Estadística. (2025). *Estadística de Condenados: Adultos / Menores*. Año 2024.
- Kazmi, M. R., Shafiq-ur-Rehman, A. Z., Raza, S. Q. y Firyal, S. (2021). Study of association between drd2 polymorphism and aggressive behavior in prisoners. *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences*, 4(4), 213-220. DOI: 10.31580/pjmls.v4i4.2187
- Kiehl, K., Smith, A., Mendrek, A., Forster, B., Hare, L. y Liddle, P. (2004). Temporal lobe abnormalities in semantic processing by criminal psychopaths revealed by functional magnetic resonance imaging. *Psychiatry Research*, 130, 297–312.
- Klein, M. O., Battagello, D. S., Cardoso, A. R., Hauser, D. N., Bittencourt, J. C. y Correa, R. G. (2018). Dopamine: Functions, Signaling, and Association with Neurological Diseases. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 39(1), 31–59. <https://doi.org/10.1007/s10571-018-0632-3>
- Leutgeb, V., Leitner, M., Wabnegger, A., Klug, D., Scharmüller, W., Zussner, T. y Schienle, A. (2015). Brain abnormalities in high-risk violent offenders and their association with psychopathic traits and criminal recidivism. *Neuroscience*, 308, 194-201. DOI: [10.1016/j.neuroscience.2015.09.011](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.09.011)
- Marr, C. (2020). Neurological Abnormalities' Impact on Crime and Behavior. *UTSA Journal of Undergraduate Research and Scholarly Works*, 7(1), 1-16. <https://provost.utsa.edu/undergraduate-research/journal/files/vol7/JURSW.v7.10.Marr.pdf>
- Martínez Pacheco, A. (2016). La violencia. Conceptualización y elementos para su estudio. *Política y cultura*, (46), 7-31. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422016000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mehta, P. H., & Josephs, R. A. (2010). Testosterone and cortisol jointly regulate dominance: Evidence for a dual-hormone hypothesis. *Hormones and Behavior*, 58(5), 898–906. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2010.08.020>
- Molina López, A., Sánchez, D. P. G. y Lira, E. C. (2023). Bases neurobiológicas para el desarrollo de tratamientos farmacológicos en la conducta violenta. En C. A.

Herrera Huerta, E. Camarena Robles, Y. Roque Soto y J. Adrete Velasco (Ed.), *Temas selectos en Neurociencia y Psiquiatría* (47-62). Ailancyp.

Moya Albiol, L. (2021). *Neurocriminología*. Pirámide.

Neethu, J. y Jayesh, K. J. (2017). Neurocriminology. *International Journal of Nursing Education and Research*, 5(1), 108-114. DOI: [10.5958/2454-2660.2017.00023.0](https://doi.org/10.5958/2454-2660.2017.00023.0)

Nelson, R. J. y Trainor, B. C. (2007). Neural mechanisms of aggression. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 536-546. DOI: [10.1038/nrn2174](https://doi.org/10.1038/nrn2174)

Ng, Y.-t., Hastriter, E. V., Wethe, J., Chapman, K. E., Prenger, E. C., Prigatano, G. P. y Kerrigan, J. F. (2011). Surgical resection of hypothalamic hamartomas for severe behavioral symptoms. *Epilepsy & Behavior*, 20(1), 75-78. DOI: [10.1016/j.yebeh.2010.10.027](https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2010.10.027)

Ortega-Escobar, J. y Alcázar-Córcoles, M. Á. (2016). Neurobiología de la agresión y la violencia. *Anuario de psicología jurídica*, 26(1), 60-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apj.2016.03.001>

Palumbo, S., Mariotti, V., Iofrida, C. y Pellegrini, S. (2018). Genes and aggressive behavior: epigenetic mechanisms underlying individual susceptibility to aversive environments. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 12, 117. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00117>

Raine, A., Lencz, T., Taylor, K., Hellige, J. B., Bihrlé, S., Lacasse, L., et al. (2003). Corpus callosum abnormalities in psychopathic antisocial individuals. *Archives of General Psychiatry*, 60, 1134-1142.

Reddy, K. J., Menon, K. R. y Hunjan, U. G. (2018). Neurobiological aspects of violent and criminal behaviour: deficits in frontal lobe function and neurotransmitters. *International Journal of Criminal Justice Sciences*, 13(1), 44-54. DOI: [10.5281/zenodo.1403384](https://doi.org/10.5281/zenodo.1403384)

Ríos Maya, N. P., Hernández, J. L. C., Barrera, I. G., Baltazar, C. A. J. y Santiesteban, G. M. (2024). Potencial criminogénico de las alteraciones neurobiológicas de la agresión. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud*, 9(2), 100-110. DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v9i2.3047>

Rosell, D. R. y Siever, L. J. (2015). The neurobiology of aggression and violence. *CNS spectrums*, 20(3), 254-279. DOI: [10.1017/S109285291500019X](https://doi.org/10.1017/S109285291500019X)

Schiltz, K., Witzel, J. G., Bausch-Hölterhoff, J. y Bogerts, B. (2013). High prevalence of brain pathology in violent prisoners: a qualitative CT and MRI scan study. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 263(7), 607-616. DOI: [10.1007/s00406-013-0403-6](https://doi.org/10.1007/s00406-013-0403-6)

Sepúlveda R., E. y Moreno Paris, J. E. (2017). Psicobiología de la agresión y la violencia. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 10(2), 157-166.

- Shamay-Tsoory, S. G. y Abu-Akel, A. (2016). The social salience hypothesis of oxytocin. *Biological Psychiatry*, 79, 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.07.020>
- Storvestre, G. B., Valnes, L. M., Jensen, A., Nerland, S., Tesli, N., Hymer, K. E., ... y Haukvik, U. K. (2019). A preliminary study of cortical morphology in schizophrenia patients with a history of violence. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 288, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2019.04.013>
- Sturmey, P. (2025). *Gewalt und Aggression Forschung und Praxis*. Springer.
- Tangarife-Calero, P. y Ibáñez-Alfonso, J. (2020). Neuropsicología de las conductas agresivas: aportaciones a la criminología. *Revista Iberoamericana de Neuropsicología*, 3(2), 171-183. <https://www.researchgate.net/publication/341940731>
- Tobeña, A. (2022). Agresividad humana recurrente: Engranajes Biológicos. *Boletín de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*, 16 (1), 5-23. https://sesbe.org/wp-content/uploads/2022/06/eVOLUCION_Vol_16_1_marzo_2022.pdf#page=5
- Urquiza-Zavaleta, R. E. (2022). Psicobiología de la agresión y la violencia. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(7), 160-183.
- Welker, K. M., Lozoya, E., Campbell, J. A., Neumann, C. S. y Carré, J. M. (2014). Testosterone, cortisol, and psychopathic traits in men and women. *Physiology & Behavior*, 129, 230-236. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.02.057>