



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y  
SOCIALES

**Bases neurobiológicas de la conducta violenta**

Autor/a: María Maldonado Agudo

Director/a: Ignacio Echevoyen Blanco

Madrid

2021/2022

## ÍNDICE

Resumen y palabras clave.....	4
Abstract and key words.....	5
Introducción.....	6
Metodología.....	7
Marco teórico.....	7
Aproximación a la conducta violenta desde la perspectiva de la neurocriminología.....	7
Definición de violencia y tipología de la conducta violenta.....	8
Correlatos biológicos de la conducta violenta.....	10
Estructuras cerebrales implicadas en la conducta violenta.....	11
Registros de la actividad cerebral.....	11
Estudios de estructura.....	12
Estudios de función.....	13
Sistema Nervioso Autónomo (SNA).....	16
Eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HPA).....	16
Genética.....	18
Neuroquímica.....	19
Serotonina.....	20
Catecolaminas.....	22
Testosterona.....	23
GABA y glutamato.....	24
Discusión y conclusiones.....	25

Referencias.....	27
Anexo 1.....	35
Anexo 2.....	36
Anexo 3.....	37
Anexo 4.....	38

## **RESUMEN**

En la actualidad, el estudio de los mecanismos biológicos explicativos del comportamiento humano está en auge debido, al menos en parte, al creciente interés del sistema penal por incluir en su legislación conocimientos e información procedentes de las neurociencias con el fin de individualizar el diagnóstico neurocriminológico y la sanción justa a cada infractor. Cada vez hay más estudios que consideran la inclusión del fruto de investigaciones neuropsicobiológicas en el ámbito jurídico-judicial. No obstante, todo ello no está libre de cuestiones éticas y legales. El objetivo de este trabajo consiste en responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo podemos estudiar la conducta violenta desde la neurocriminología? Para ello, primero se hace una breve aproximación contextual actual sobre la disciplina de la neurocriminología y, en segundo lugar, se presenta una revisión sobre los marcadores biológicos de la conducta agresiva y/o violenta. Todo este conocimiento puede ser utilizado para desarrollar programas de prevención e intervención en el delito y la criminalidad.

**PALABRAS CLAVE:** neurociencias, neurocriminología, conducta violenta, agresividad.

**ABSTRACT**

Nowadays, the study of the explanatory biological mechanisms of human behavior is increasing due to, at least in part, the growing interest of the penal system in including knowledge and information from neurosciences to individualize the neurocriminological diagnosis and give a fair punishment for each offender. There are more and more studies that consider including the findings of neuropsychobiological research in the legal-judicial field. However, all of this is not free from ethical-legal issues. The aim of this study is to answer the following research question: ¿How can we study violent behavior from neurocriminology? To do this, first a brief current contextual approach to the discipline of neurocriminology is made and secondly, a review of the biological markers of aggressive and/or violent behavior is presented. All this knowledge can be used to develop crime prevention and intervention programs.

**KEY WORDS:** neurosciences, neurocriminology, violent behavior, aggressiveness.

## Introducción

El ser humano está formado por aspectos biológicos, sociales y psicológicos indivisibles; éstos se encuentran en interacción y condicionan el comportamiento humano, provocando que sea adaptativo y funcional, o, por el contrario, desadaptativo, como las conductas violentas.

La violencia provoca una gran cantidad de costes tanto psicológicos, como sociales o económicos en todo el mundo. A modo de ejemplo y para justificar el presente estudio, el Instituto Europeo de Igualdad de Género (EIGE) indica que la violencia de género supone un gasto aproximado de más de treinta millones de euros anuales en España, además, se ha calculado que el coste total que supone la violencia de género en toda la Unión Europea (UE) es de más de trescientos treinta millones de euros anuales (Kohan, 2021). Debido a ello, entre otras razones, son muchos los ámbitos de trabajo donde se intenta estudiar dicha cuestión con relación a su prevención e intervención.

La neurocriminología es una subdisciplina emergente de la criminología que, desde la perspectiva biopsicosocial, persigue aplicar metodologías y técnicas de investigación de la neurociencia para entender, anticipar e intervenir la delincuencia con el fin de desarrollar estrategias e intervenciones más efectivas y eficaces. La neurociencia es un subcampo que implica diferentes ámbitos (neuropsicología, neurofisiología...), las cuales se encargan de investigar desde un enfoque inter, multi y transdisciplinario la configuración y funciones del sistema nervioso, en especial el cerebro humano (Moya Albiol y cols., 2017).

Esta revisión bibliográfica se centra en las variables biológicas del comportamiento antisocial y violento. Específicamente, estudiaremos cómo en la regulación de la violencia y la conducta agresiva intervienen diferentes estructuras del sistema nervioso. Con el presente trabajo se pretende una modesta exposición de los últimos avances en neurocriminología, con la mirada puesta en su aplicación jurídico-penal.

Los objetivos específicos del presente estudio son los siguientes:

1. Revisar los últimos avances en neurocriminología como disciplina emergente, para:
  - a. Identificar los factores psicobiológicos de la conducta antisocial y/o violenta
  - b. Ampliar la perspectiva en las explicaciones causales de la violencia, desde una perspectiva biopsicosocial

2. Debatir las posibles repercusiones de la neurocriminología en la aplicación de penas y sentencias, y el desarrollo legislativo.

## **Metodología**

En el presente estudio se ha realizado una revisión bibliográfica, es decir, una investigación documental referente a la neurocriminología, examinando revisiones sistemáticas y estudios científicos sobre el tema a tratar. Por un lado, han sido incluidos los artículos científicos de mayor relevancia publicados en los últimos años, ya que dicha temática exige actualidad; en este sentido, se han descartado todos los artículos anteriores a 1990, a modo de criterio de exclusión. Principalmente, la búsqueda ha sido realizada en castellano, por ser mi lengua materna, así como en inglés, ya que es la lengua vehicular en el campo de las neurociencias.

Las palabras clave empleadas en la búsqueda han sido las siguientes: *neurociencias (neurosciences)*, *violencia (violence)*, *comportamiento antisocial (antisocial behavior)*, *neurobiología (neurobiology)*, *agresividad (aggressiveness)*. Centrando el foco en los factores biológicos que repercuten en el surgimiento de conductas antisociales y violentas, la búsqueda ha sido realizada en bases de datos tanto generales: Google Scholar y Academic Search Complete, como específicas: PsycInfo y Family and Society Studies Worldwide.

## **Marco teórico**

### **1. Aproximación a la conducta violenta desde la perspectiva de la neurocriminología**

Durante el siglo XXI ha cobrado gran importancia el cerebro humano, debido, en parte, al gran valor de éste y al auge que éste ha provocado en las ciencias, concretamente en las neurociencias; el progreso respecto al conocimiento de los mecanismos biológicos explicativos del comportamiento humano ha sido notable. En los últimos años se han desarrollado numerosos estudios que relacionan el funcionamiento del cerebro y la criminalidad. La investigación sobre las bases neurobiológicas del surgimiento y desarrollo de la violencia ha supuesto un mayor interés en el sistema de justicia por aplicar las neurociencias al derecho

penal. Determinar si hay un problema neurobiológico subyacente a un crimen es trascendental para evitar el delito o su reincidencia y para aplicar penas más justas, proporcionales y eficaces para castigar al delincuente. Por consiguiente, es cuestionable el término de responsabilidad penal debido a que los individuos violentos también podrían padecer anomalías o alteraciones neurobiológicas que repercutan en su voluntad y/o su capacidad para controlar impulsos. Asimismo, esta nueva perspectiva despliega un nuevo debate moral en referencia a la capacidad para manipular la actitud agresiva a través de cambios neurobiológicos en el cerebro del criminal (Moya Albiol y cols., 2017).

La violencia es un hecho social e interpersonal que tiene efectos significativos en el bienestar de los individuos. Como ya se ha mencionado, la violencia conlleva altos costes tanto psicológicos, como la baja autoestima, ansiedad, Trastorno de Estrés Postraumático (TEPT) e ideaciones suicidas (Delara, 2016); como económicos, por ejemplo, la violencia doméstica hacia mujeres en la Comunidad Autónoma de Andalucía supone un coste anual de más de dos mil euros. De este modo, el papel del castigo o retribución pierde interés a la vez que aumenta la necesidad de prevenir el crimen. Es aquí donde entra en juego la perspectiva de la neurocriminología para la prevención de la violencia.

La violencia es un concepto complejo que puede ser estudiado desde diferentes perspectivas y enfoques: social, psicológica o biológica entre otros. Se ha evolucionado a lo largo de la historia respecto al conocimiento de las variables implicadas en los actos violentos. Por ejemplo, a finales de los años setenta las hormonas gonadales eran consideradas como las únicas que tenían la capacidad de fomentar la conducta agresiva en los seres humanos, especialmente los andrógenos. No obstante, en la actualidad, tenemos la certeza de la existencia de que la violencia involucra varios sistemas y mecanismos biológicos explicativos. En el presente estudio nos centramos en cómo los diferentes sistemas neurales interactúan, no sólo entre ellos sino también con otras variables, estableciendo así una relación bidireccional con la conducta violenta (Moya Albiol, 2021).

## **2. Definición de violencia y tipología de la conducta violenta**

Como menciona Moya Albiol (2021) en su libro Neurocriminología, rescatando una definición ya clásica del concepto de violencia, propuesta originalmente por Quany (1994), la violencia es todo comportamiento efectuado con el propósito de causar algún daño. Esta



definición ha sido modificada a lo largo de los años, una definición más completa del concepto es la siguiente: el empleo intencionado de fuerza física o el poder, contra uno mismo, otro individuo o contra un grupo o comunidad, que resulta o tiene una alta probabilidad de tener consecuencias como lesiones, muerte, daño psicológico, complicaciones en el desarrollo, etc. propuesta por la OMS (Ferris, 2002). En definitiva, la violencia es el efecto de una compleja interrelación entre variables biológicas, sociales, ambientales y psicológicas. Es importante señalar que el concepto de violencia es un concepto muy amplio con muchos términos relacionados o asociados. Por ello, se ha realizado una tabla (*Tabla 1*) en la que se indican algunos conceptos importantes a este respecto con sus principales características (Consultar *Tabla 1* en el anexo 1).

El concepto de violencia es un concepto complejo en el cual se deben tener en cuenta las diferentes características del acto violento, así como hacia quién va dirigido, cuál es la motivación que lleva a cometerlo o, incluso, las características personales de la víctima. Es por ello por lo que se hace necesario establecer una tipología de la violencia para la investigación de sus mecanismos biológicos explicativos. Existen varias posibles tipologías de la violencia según el criterio en el que se basen. Para ello se ha elaborado una tabla (*Tabla 2*) reflejando las tipologías más útiles y relevantes en la actualidad (Consultar *Tabla 2* en el anexo 2).

En la actualidad se emplea con más frecuencia la dicotomía entre violencia reactiva o emocional y proactiva o instrumental. Se diferencian en tres aspectos principalmente:

- a) Objetivo
- b) Presencia de hostilidad o no
- c) Grado de planificación

Ambas, violencia reactiva y proactiva, cohabitan y crean, de forma conjunta, la totalidad de la agresividad de un individuo. Las respuestas excesivamente agresivas podrían como hiperactividad o hipoactividad del Sistema Nervioso Autónomo (SNA). La violencia reactiva se caracteriza por un deseo de hacer daño al otro y una pérdida de control con estado de ánimo irritado, a menudo va acompañada de sentimientos de ira y hostilidad, está caracterizada por un alto estado de activación del SNA y está vinculada a la falta de empatía. Ante la sensación de amenaza este tipo de violencia se considera una respuesta defensiva adaptativa. No obstante, si las respuestas agresivas son exageradas, se convertiría en violencia patológica. En cambio, la violencia proactiva se caracteriza por ser previamente planificada y

premeditada, está motivada por la obtención de algún tipo de recompensa y presenta un bajo nivel de activación del SNA y un nivel elevado de conciencia. Por último, la violencia conexas con alteraciones médicas conlleva una patología e incluye alteraciones neurológicas y psiquiátricas, entre otras (Moya Albiol, 2021; Rosell & Siever, 2015).

Hasta el momento, la mayor parte de las investigaciones sobre los mecanismos biológicos de la conducta violenta se han centrado en los agresores impulsivos (violencia reactiva). Sin embargo, actualmente las investigaciones estudian tanto la violencia reactiva como la instrumental, por ello, es importante diferenciar entre agresores impulsivos y premeditados, a fin de poder predecir la eficacia de determinados tratamientos. Por un lado, la violencia reactiva está relacionada con déficits cognitivos y neurológicos: bajo cociente intelectual, habilidades verbales escasas, déficit de la función prefrontal y una mayor ratio metabólica en diferentes áreas del cerebro del hemisferio derecho del cerebro. Por otro lado, la violencia proactiva se relaciona con patrones neurobiológicos normales, un cociente intelectual en la media, una actividad prefrontal adecuada, etc. (Davidson y cols., 2000). Uno de los descubrimientos hallados es la conexión establecida entre la actividad de la hormona serotonina (5-HT) y la violencia reactiva, se ha evidenciado que una actividad reducida de la 5-HT es un predictor de la conducta violenta (Carlson, 2014). Respecto a los marcadores genéticos, se ha descubierto una estrecha relación entre los genotipos TPH A218C y la violencia impulsiva (Staner y cols., 2002). Concluyendo, la distinción e identificación de cada tipo de agresor y sus marcadores biológicos puede ayudar a fomentar tratamientos efectivos para cada caso (Ramírez y Andreu, 2006).

### **Correlatos biológicos de la conducta violenta**

Acorde con la Teoría del desarrollo psicosocial de Erikson, los primeros años de vida son determinantes para el correcto desarrollo y evolución de la personalidad en los seres humanos debido a que es la etapa de aprendizaje comportamental y relacional, en la cual sucede una gran parte de la maduración del sistema nervioso. Es la etapa de mayor plasticidad, es decir, el momento en el cual tenemos la mayor capacidad de aprendizaje y de asimilación de los estímulos del entorno (Bonilla y Fernández Guinea, 2006).

No obstante, nuestro comportamiento está determinado por la interrelación de numerosas variables, las cuales presentan una relación bidireccional con dicha conducta. Entre estos factores encontramos la genética, las hormonas, factores ambientales, neurotransmisores y otras sustancias químicas (Moya Albiol, 2021). En lo que nos interesa para este estudio, nos centraremos en investigar los factores neurobiológicos y su relación con la conducta agresiva, tanto reactiva como proactiva.

## **1. Estructuras cerebrales implicadas en la conducta violenta**

A modo de introducción, y para una mayor comprensión, se van a mencionar de forma breve las regiones cerebrales que nos interesan para el presente estudio: La corteza prefrontal es la parte del lóbulo frontal ubicada delante de la corteza premotora. En este presente estudio sobre la agresividad, podemos decir que la corteza prefrontal presenta 3 significativas áreas: la corteza orbitofrontal (COF), que se localiza en la parte basal de los hemisferios, la corteza cingulada anterior (CCA), que se encuentra en la cara medial de los hemisferios y la corteza prefrontal ventromedial (CPFvm), localizada en la parte ventromedial de ambos hemisferios cerebrales (Consultar *Figuras 1,2 y 3* en anexo 3).

Diversas estructuras del cerebro aparecen vinculadas reiteradamente a una mayor tendencia a las conductas violentas en individuos con y sin patologías: la amígdala, el hipocampo, la corteza prefrontal, la CCA y el lóbulo temporal (Moya Albiol, 2021).

### **1.1. Registros de la actividad cerebral**

El desarrollo y los avances en neuroimagen ha posibilitado obtener conocimientos acerca de la relación existente entre cerebro y violencia. Habitualmente, los progresos y hallazgos respecto al conocimiento del cerebro humano se han originado mediante dos caminos diferentes, directa e indirectamente. En primer lugar, se van a introducir de forma breve las técnicas de neuroimagen principalmente que se emplean actualmente en neurociencia, gracias a las cuales podemos conocer la estructura y funcionamiento del cerebro humano de forma directa e indirecta.

Encontramos dos tipos de técnicas de neuroimagen, estructurales y funcionales. Las técnicas estructurales son aquellas que estudian el cerebro con una visión estática, en cambio las técnicas de neuroimagen funcionales son aquellas que emplean una visión dinámica del funcionamiento cerebral. Entre las técnicas estructurales encontramos la Tomografía axial computarizada (TAC) y la Resonancia Magnética estructural (RME). Por otro lado, entre las técnicas de neuroimagen funcionales se encuentran la Electroencefalografía (EEG), Magnetoencefalografía (MEG), Resonancia Magnética funcional (RMF), y la Tomografía por emisión de positrones (TEP).

A grandes rasgos, las técnicas de neuroimagen han evidenciado que existen irregularidades tanto en la estructura como en las funciones de los lóbulos frontal y temporal de diferentes individuos principalmente caracterizados por comportamientos violentos. A continuación, se van a dividir los estudios hallados en dos secciones: estudios de estructura y estudios de función.

*a) Estudios de estructura*

La primera investigación que empleaba la RM siendo la muestra pacientes psiquiátricos con alteración orgánica (mujeres y hombres), concluyó que en los individuos violentos hay una lesión mayor en el lóbulo temporal anterior-inferior (Tonkonogy, 1991). Dos estudios encontraron modificaciones morfológicas en las áreas fronto-temporales en asesinos (hombres) y agresores sexuales violentos (hombres) (Aiger y cols, 2000; Sakuta y Fukushima, 1998), 1998). Un estudio posterior (Laakso y cols., 2001) realizado con hombres psicópatas evidenciaba una correlación positiva entre un tamaño reducido del hipocampo y un alto grado de psicopatía. En este sentido, en el estudio de Yang y cols., (2009) se ha evidenciado una importante disminución del volumen de la materia gris prefrontal en los individuos con Trastorno Antisocial de la Personalidad (TAP) y psicopatía, además, hallaron una disminución del tamaño de la amígdala en individuos psicópatas. Posteriormente, en el caso de psicópatas homicidas, se ha encontrado que están caracterizados por una disminución de la sustancia gris en la amígdala, la COF, la CPFvm y la CCA entre otras estructuras (Sajous-Turne y cols., 2019) (Consultar *Figura 4* en el anexo 4).

En resumen, los estudios con RME han encontrado diferencias fisiológicas en distintos tipos de agresores, por lo tanto, se puede apreciar una clara relación entre la agresividad y el volumen amigdalino.

**b) Estudios de función**

Generalmente, se ha evidenciado un funcionamiento irregular, expresado frecuentemente en forma de hipofuncionalidad (esto es, la actividad se desarrolla en un nivel inferior al normal) en la COF, la CPFvm y la CCA en las investigaciones de neuroimagen funcional realizadas en sujetos antisociales y violentos (Glenn y Raine, 2013).

Asimismo, como resume Moya Albiol (2021) las investigaciones de estimulación cerebral señalaron que las principales regiones que fomentan los comportamientos agresivos son el hipocampo, amígdala y diversas estructuras segmentales, por el contrario, las regiones supresoras de la conducta agresiva son el septum, el área central de los lóbulos temporales y el área ventromedial de los lóbulos frontales. Asimismo, tanto la agresión imaginaria como la sugestión de una situación de furia o agresividad (en particular de forma impulsiva), está relacionada con la activación en el lóbulo frontal y parte medial del lóbulo temporal (Hoptmann, 2003).

Además, hay información procedente de técnicas de neuroimagen más modernas, como son la TEP y la Tomografía Computada por Emisión de Fotón Simple (TCEFS). Este modelo de investigaciones ha evidenciado un metabolismo más lento en el córtex temporal izquierdo en un número elevado de criminales agresivos y reincidentes, además, también se ha descubierto que se origina una actividad inferior en el córtex temporal izquierdo en el momento en el que los criminales expresan poco arrepentimiento o asimilación del sentido de su obra. Más aún, la modificación en el lóbulo frontal fomenta la aparición de la violencia puesto que origina una inhabilidad en el entendimiento de conceptos morales abstractos, así como una inhabilidad para comprender los actos propios, mientras que la alteración en el lóbulo temporal ocasiona brotes imprevisibles de agresividad ligado a un escaso control de los impulsos, sin embargo, no imposibilita que se mantenga la señal cortical con el fin de comprender el sentido social del comportamiento (Moya Albiol, 2021).

Por otro lado, una amplia revisión de los avances e investigaciones de neurociencias y neuroimagen de la conducta violenta y antisocial llevada a cabo por Moya Albiol (2021) se resume en los siguientes puntos:

1. El trastorno antisocial de personalidad se puede considerar un trastorno del neurodesarrollo. Las variables que influyen en el grado de vulnerabilidad a padecerlo son la

genética, la exposición a estresores o tóxicos durante la etapa prenatal y el maltrato durante la infancia, entre otros.

2. Las áreas cerebrales alteradas en población antisocial son la amígdala, la CPF, el hipocampo, el giro angular, la CCA y la corteza temporal. En lo referido a la psicopatía cobran importancia las alteraciones en la CCA y en la CPFvm.

3. Existen dos tipos de violencia: la proactiva y la reactiva, con diferentes mecanismos biológicos explicativos. La violencia reactiva se explica mayormente por modificaciones en la conectividad (cantidad de comunicación entre regiones) entre el córtex prefrontal y el sistema límbico; en cambio la violencia proactiva se ve explicada por modificaciones en la conectividad el córtex prefrontal orbitofrontal con el córtex estriado ventral, el giro angular, el córtex occipital medial y el cerebelo. Específicamente, el mal funcionamiento inhibitorio del lóbulo frontal origina una sobreactivación del sistema límbico, que bajo determinados estímulos puede fomentar la aparición de violencia reactiva. Lamentablemente, los estudios llevados a cabo en este ámbito investigaron la activación funcional de estas estructuras cerebrales en respuesta a determinadas tareas, y se desconoce si en ausencia de estimulación, estas estructuras podrían ser marcadores explicativos de la predisposición a la violencia (Romero-Martínez y cols., 2019), por lo que sería favorable continuar la investigación en esta línea, para poder conocer en qué sentido se producen dichas alteraciones en la conectividad entre regiones.

4. Las áreas cerebrales relacionadas con la empatía se superponen con las regiones asociadas a la violencia.

5. La no obediencia a las reglas sociales y los comportamientos inmorales de individuos antisociales y psicópatas pueden ser explicados parcialmente por modificaciones estructurales y/o funcionales en regiones cerebrales relacionadas con la empatía y los valores: la CPFvm, el cíngulo posterior el giro angular y la amígdala.

6. Se ha propuesto la viabilidad de que las diferentes clases de agresión estén relacionadas con diversas regiones cerebrales, siendo las alteraciones frontales las que se relacionan con la psicopatía y violencia no sexual, y, en cambio, las alteraciones temporales estarían relacionadas con la agresión sexual.

Por otra parte, la teoría tradicional de la lateralización de Geschwind y Galaburda explica que la violencia está caracterizada por lesiones en el hemisferio cerebral izquierdo (específicamente es una modificación en las áreas frontal, temporal y límbica) que se localiza en la amígdala, el hipocampo y las cortezas temporal y frontal anterior. Según la teoría de la

lateralización, si se expone a un individuo antes del nacimiento a unos niveles elevados de la hormona testosterona (T) puede suponer que el desarrollo neuronal del hemisferio izquierdo se produzca de forma más gradual y pausada, y origine una dominancia del hemisferio derecho y un incremento en la posibilidad de ser zurdo. La teoría de la menor lateralización da por cierta la realidad de que existe un gran volumen de individuos con zurdera superior entre delincuentes que en la población general. Por ejemplo, un estudio realizado con una muestra de 8.000 hombres concluye que existe una mayor ratio de zurdera en individuos con antecedentes criminales en contraste con el resto de la población (Bogaert, 2001). Pese a que dicha suposición se realizó en los años 80, en la actualidad no se ha comprobado la hipótesis a consecuencia de que los frutos extraídos en los estudios realizados hasta hoy no son coincidentes.

Se han propuesto diferentes modelos explicativos de la conducta agresiva humana a lo largo de estos últimos años, entre ellos destacan dos. El primer modelo es el de Raine y Buchsbaum (1996), el cual defiende que el fundamento de la agresión es la alteración en el área frontal, incidiendo en la regulación de la conducta violenta a través de diversas vías o caminos. El número de vías estimuladas correlacionan positivamente con la probabilidad de emitir conductas violentas, es decir, cuantas más vías estimuladas haya mayor será la probabilidad de responder de forma violenta. El segundo modelo teórico explicativo es el de Davidson y cols., (2000), el cual plantea que las variaciones o modificaciones funcionales o estructurales en diferentes regiones cerebrales o en sus conexiones, unido a diferentes circunstancias, podrían disminuir la probabilidad de emitir conductas agresivas reactivas, pero no conductas violentas proactivas (Moya Albiol, 2004). No obstante, en el presente estudio se propone como modelo una conceptualización integradora para comprender la conexión bidireccional existente entre el comportamiento violento y la persona.

A modo de resumen, podemos decir que a lo largo del tiempo se han hallado abundantes datos procedentes de investigaciones de estimulación cerebral. El progreso en relación a las técnicas de neuroimagen ha provocado grandes avances en el conocimiento de los mecanismos explicativos de la violencia. Tanto los estudios de estructura como los estudios de función han evidenciado anomalías o alteraciones en los lóbulos frontales y temporales en individuos violentos. Por otro lado, se ha propuesto la existencia de una mayor influencia de actos antisociales en los sujetos zurdos.

## **1.2. Sistema Nervioso Autónomo (SNA)**

El SNA es la parte del sistema nervioso encargada de las funciones viscerales involuntarias del organismo, además, tiene como función mantener la homeostasis corporal y las respuestas de adaptación del organismo al medio interno y externo. El SNA se divide en tres subsistemas, el SNA simpático o adrenérgico (SNS), el SNA parasimpático o colinérgico (SNP) y el SNA entérico (SNE).

Las formas más utilizadas para investigar la relación del SNA con la violencia en seres humanos se dan midiendo la frecuencia cardíaca (FC) y la actividad electrodérmica (AED). En términos generales, un gran volumen de estudios evidencia la relación existente entre la conducta antisocial (únicamente violencia proactiva) y la baja respuesta ante situaciones estresantes (Posthumus y cols., 2009). Por el contrario, la violencia reactiva se caracteriza por una mayor agitación de las reservas energéticas de nuestro organismo, lo que supone un aumento de la frecuencia cardíaca y una alta actividad electrodérmica (Calzada Reyes, 2007; Scarpa y cols., 2008). Por lo tanto, los datos mencionados conducen a la diferenciación de agresores tipo I (hipoarousal) o tipo II (hiperarousal). No obstante, esta diferenciación no es rígida, los individuos no siempre emplean el mismo tipo de violencia, ésta puede variar en función del contexto u otros factores, y por ello no se incluyó en la tipología de violencia mencionada anteriormente.

Los hallazgos obtenidos mediante la medición de la AED se centran en los psicópatas violentos, apuntando hacia los siguientes resultados: un nivel tónico reducido, ausencia de respuestas inespecíficas y respuestas de orientación limitada ante la estimulación. Respecto a la FC, los estudios se focalizan más en la frecuencia basal que en la respuesta cardíaca a estímulos, obteniendo como resultados una frecuencia basal reducida en individuos agresivos o antisociales, una baja respuesta cardíaca frente a diferentes estímulos (Moya Albiol, 2004).

## **1.3. Eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HPA)**

La actividad del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal ha sido estudiado principalmente a través del resultado final de dicho eje, la síntesis y obtención de cortisol, una hormona que liberamos como respuesta al estrés, y es por ello por lo que está vinculado a la aparición de



conductas agresivas. El eje hipotalámico-hipofisario-adrenal es un sistema hormonal que se encarga de sustentar el reajuste y la homeostasis de los niveles hormonales hipofisarios. Dicho eje está formado por el cortisol de la glándula suprarrenal, la hormona adrenocorticotropa hipofisaria (ACTH) y la hormona liberadora corticotropina (CRH) del hipotálamo.

A grandes rasgos, las investigaciones han encontrado bajas concentraciones de cortisol en diferentes muestras de individuos agresivos, entre los cuales se incluyen criminales antisociales, maltratadores alcohólicos y voluntarios agresivos (Albiol, 2021). McBurnett y cols., (2000) estudiaron el vínculo entre los niveles de cortisol salival y la agresividad en 38 niños en edad escolar y concluyeron que existe una relación entre una baja concentración de la hormona cortisol con la aparición temprana y persistencia de la conducta agresiva en niños y adolescentes. Otro estudio encontró que los niveles bajos de cortisol son un buen predictor de futuras complicaciones en niños para canalizar correctamente sus emociones, lo cual fomenta la aparición de conductas violentas y antisociales (Oberle y cols., 2017). De hecho, como un estudio anterior señala también, parece que niveles bajos de cortisol predicen el riesgo de tener comportamientos antisociales en adolescentes (Platje, 2013). Por otro lado, se ha hallado que niños escolarizados con comportamientos antisociales presentan niveles basales de cortisol más bajos que aquellos con comportamientos y actitudes prosociales (Ramírez, 2000). Del mismo modo, las concentraciones de cortisol ante contextos estresantes se correlacionan positivamente con importantes problemáticas persistentes de conducta tanto en niños como en adolescentes (Lahey y cols., 2002). Por otro lado, se ha visto que las mujeres adultas con bajos niveles de cortisol tienden a tener respuestas y comportamientos más agresivos en tareas de laboratorio (Böhnke y cols., 2010).

A modo de resumen, se podría decir que es favorable que la concentración de cortisol se mantenga en un rango determinado, ya que concentraciones demasiado altas o bajas podrían causar problemáticas.

Pese a todo ello, otros estudios no han encontrado dichas correlaciones, por lo que habría que estudiarlo más y ver hasta qué punto un bajo nivel de cortisol durante la infancia podría considerarse factor de riesgo de la conducta violenta en la vida adulta. En definitiva, se podría considerar esta alteración en el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal un factor o marcador biológico de la conducta violenta y/o antisocial (Moya Albiol, 2021).

## 2. Genética

La genética es una disciplina que se dedica al estudio de los genes y los mecanismos que regulan la transmisión de los caracteres hereditarios. Los genes son fragmentos de ADN, es decir, las unidades de información que poseen los organismos para transmitir un carácter determinado a la descendencia, implicados en la síntesis y producción de proteínas, las cuales son fundamentales para la producción de neurotransmisores, enzimas, hormonas, aminoácidos etc., además, las proteínas cumplen una función estructural respecto al esqueleto celular del organismo.

En la actualidad, se está avanzando significativamente en el conocimiento y estudio de factores genéticos, que pueden contribuir o influir en el nacimiento, desarrollo e instauración de la conducta violenta humana. En este sentido, la investigación previa con animales (pez cebra, roedores y perros mayormente) es el primer paso para poder profundizar en aspectos relevantes en la investigación con humanos.

Los progresos en las investigaciones de genética de la conducta han fomentado la ejecución de estudios cada vez más precisos mediante el desarrollo de diferentes técnicas asociadas al reconocimiento de determinados genes y técnicas que examinan el cerebro humano *in vivo*. Es de gran trascendencia valorar que el contexto y el ambiente desempeñan un importante papel en la epigenética, esto es, en la manifestación de un carácter que presenta una carga genética específica; por consiguiente, su modificación y su manejo resultan esenciales para prevenir y tratar la conducta violenta. (Rebollo Mesa y cols., 2010). Esto implica diferencias proteicas entre los individuos, las cuales pueden causar desemejanzas en el comportamiento de los seres humanos. En este sentido, algunas investigaciones concretan que el trastorno antisocial puede manifestarse en individuos con predisposición genética que experimentan situaciones estresantes en su entorno (Bonilla y Fernández Guinea, 2006).

Los primeros estudios en humanos pusieron el foco en el análisis de la información procedente de individuos con anomalías genéticas en los cromosomas sexuales debido a que los hombres son más agresivos que las mujeres generalmente en todas las sociedades, por lo tanto, se pensaba que los genes que marcaban la diferencia estarían localizados en los cromosomas X e Y, que determinan y distinguen ambos géneros, femenino y masculino, respectivamente. No obstante, los trabajos actuales sobre este ámbito son contradictorios debido a que los resultados no son homogéneos. Esto fomenta que el factor ambiente cobre

más importancia para el desarrollo de la conducta violenta. La interacción ambiente-genética para el florecimiento de conductas agresivas ha sido analizada a partir de la genética de la conducta, cuya finalidad es aclarar las variaciones personales en caracteres psicológicos, asignándolas a motivos genéticos y ambientales. En humanos, las investigaciones de genética de la conducta seleccionan familias, gemelos y mellizos para analizar la repercusión del factor genética y el factor ambiente en el comportamiento violento de los individuos (Moya Albiol, 2021).

Hasta el momento se han hallado gran cantidad de genes potencialmente implicados en las conductas agresivas, por ejemplo, el gen MAO-A, que es el gen encargado de sintetizar algunos neurotransmisores como la dopamina, la noradrenalina y la serotonina (5-HT), es un gen que vincula la 5-HT con el comportamiento agresivo. En el estudio de Jacob y cols., (2005) se ha evidenciado que el gen MAO-A está relacionado con trastornos de personalidad pertenecientes al clúster B66 y con caracteres antisociales de la personalidad. Dicho gen está localizado en el cromosoma X y codifica para la monoamino oxidasa A. Dicho gen tiene dos variantes: un polimorfismo para baja expresión de MAOA (MAOA-L) y un polimorfismo para alta expresión de MAOA (MAOA-H). Mediante diferentes estudios se ha hallado la existencia de una interacción genética-ambiente (acontecimientos traumáticos en infancia y adolescencia, situaciones de maltrato) de tal forma que los sujetos con polimorfismo MAOA-L y un tipo de ambiente como el mencionado presentaban una mayor tendencia a ser arrestados, una conducta hostil e inadecuada en la pubertad y una alta tendencia a presentar conductas violentas que los sujetos con la variante MAOA-H o que los sujetos que no hayan experimentado dicho tipo de ambiente (Moya Albiol, 2021). Además, la mutación de dicho gen origina una carencia de monoamino oxidasa, o el síndrome de Brunner, el cual se define por un comportamiento impulsivo intenso (Cadoret y cols., 1983).

### **3. Neuroquímica**

La neuroquímica es una disciplina que estudia las sustancias químicas que son sintetizadas y liberadas en nuestro cerebro y que permiten la fisiología cerebral (hormonas, neurotransmisores, péptidos, proteínas, etc.). Se puede decir que existe una relación bidireccional mutua entre estas sustancias químicas y el comportamiento agresivo (Archer, 2006), puesto que un aumento de la agresividad puede llevar a modificaciones en los niveles

hormonales, y, al contrario, ciertos niveles hormonales pueden influir en el comportamiento agresivo.

Actualmente, se ha renunciado a las formulaciones reduccionistas que pretendían vincular acciones o determinadas tareas conductuales con la funcionalidad de determinados receptores neuroquímicos. La concepción actual se basa en la teoría de neurotransmisión múltiple, en la cual un sistema neuronal caracterizado por un alto grado de complejidad y diferentes sustancias neuroquímicas interrelacionadas se encuentran involucrados en la modulación de la conducta. Estas sustancias neuroquímicas se encuentran en las vías nerviosas y están implicadas en la modulación de la conducta violenta. Algunas de estas sustancias son la serotonina (5-HT), las catecolaminas, las hormonas sexuales, el GABA (ácido gamma-aminobutírico), el glutamato, la histamina, etc. (Moya Albiol, 2021).

A continuación, nos centraremos en las siguientes sustancias químicas por ser las más consistentemente relacionadas con la violencia: serotonina, catecolaminas, testosterona, GABA y glutamato.

### **3.1. Serotonina**

El neurotransmisor investigado con mayor profundidad es la serotonina o 5-hidroxitriptamina (abreviadamente, 5-HT). Dicho neurotransmisor es producido en los núcleos del rafe del tronco encefálico, estos núcleos interactúan con el sistema límbico y la COF. Presenta localización pre o postsináptica y puede favorecer o inhibir la conducta agresiva. Mediante diferentes estudios se ha evidenciado que existen niveles inversamente proporcionales de 5-HT en algunas áreas corticales como la CCA y la CPF (Coccaro y cols., 2015). Las investigaciones con técnicas de neuroimagen han detectado un funcionamiento anormal de la 5-HT en los individuos violentos (Lee y Coccaro, 2001). Específicamente, diferentes investigaciones han evidenciado que las neuronas serotoninérgicas desempeñan una función inhibitoria del comportamiento violento. Se halló que la serotonina explica sólo un poco más del 1% de la varianza en agresión, ira y hostilidad en un metaanálisis reciente de investigaciones que asocian la serotonina con la conducta agresiva. Señalan, sin embargo, que la hipótesis de la deficiencia de serotonina sigue siendo controvertida en tanto que puede haber varias posibles explicaciones de los productos conseguidos, empezando por la discriminante validez y la fiabilidad escasa de las escalas conductuales que miden la agresión, hasta el

reciente más detallado conocimiento de las vías neurales en las que participa la serotonina y sus receptores provocan que la labor de la serotonina en el control del comportamiento sea más compleja de lo que en un principio se deducía (Bortolato y cols., 2013). Así mismo, hay que tomar en cuenta que además de la CPF, la serotonina es un neurotransmisor de varios circuitos, a modo de ejemplo, lo encontramos en el hipotálamo, el cual es importante en el manejo y contención de la violencia.

La serotonina presenta 14 tipos de receptores, en lo que nos interesa, los relacionados con el comportamiento violento, encontramos los denominados 5-HT1, específicamente, 5-HT1A y 5-HT1B (Takahashi y cols., 2010). Las investigaciones farmacológicas en humanos han descrito que los ansiolíticos y los antidepresivos favorecen la disminución de la conducta violenta. Por ejemplo, la buspirona, que es un agonista de los receptores 5-HT1a, estimula el monitoreo de la conducta violenta en la demencia senil y en individuos con daños cerebrales, además es útil como procedimiento terapéutico inhibitor de la hostilidad característica del síndrome premenstrual. Por un lado, los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS) habitualmente están relacionados con la disminución de las conductas agresivas; por otro lado, otros estudios han demostrado que el consumo de otro ISRS, la paroxetina, para niños y adolescentes podría ser un factor de riesgo de suicidio (Spigset, 1999). En resumen, se puede asegurar que los agonistas de la serotonina cumplen una función relevante para la prevención e intervención de conductas suicidas.

Diversos trabajos e investigaciones han concluido que el éxtasis o MDMA (versión abreviada de 3,4-metilendioximetanfetamina) daña notoriamente las neuronas serotoninérgicas, lo cual podría estar asociado a aumentos de impulsividad, asimismo, se ha evidenciado niveles menores de 5-HIAA en el líquido cefalorraquídeo de usuarios consumidores habituales de éxtasis (Ricaurte y McCann, 2001).

Asimismo, las investigaciones en animales y en seres humanos defienden que una alta expresión del receptor 5-HT2 en el CPF se puede explicar por el papel fundamental que tiene éste en la interacción entre la amígdala y la estructura cerebral (Aznar y Klein, 2013).

Por otro lado, en cuanto a la acción recíproca entre los esteroides sexuales y la serotonina, se puede concluir que la serotonina se relaciona con las hormonas sexuales esteroideas, influyendo en la probabilidad de producir agresividad (Moya Albiol, 2021).

### 3.2. Catecolaminas

Las catecolaminas son hormonas sintetizadas a partir del aminoácido tirosina y producidas en las glándulas suprarrenales. Estas hormonas se vierten a la sangre y su función principal es ayudar a nuestro organismo para responder a situaciones de estrés o temor. Los principales tipos de catecolaminas son la noradrenalina, la dopamina y la adrenalina o epinefrina. En términos generales se considera que las catecolaminas son activadoras de las conductas agresivas. Por un lado, los estudios farmacológicos de noradrenalina y de los receptores noradrenérgicos sugieren que las catecolaminas promueven la conducta agresiva. La investigación en manipulación genética en animales ha obtenido conclusiones sólidas y firmes. Además, se ha evidenciado que los tratamientos antidepresivos que ajustan la liberación de noradrenalina través de la acción inhibitoria del transportador de noradrenalina o de la MAO-A causan como resultado la inhibición de la violencia y/o agresividad (Moya Albiol, 2021). Por otro lado, la dopamina o también conocida como “hormona del placer” es un neurotransmisor que participa en una gran variedad de funciones, entre las cuales se encuentran el aprendizaje, la motivación, la recompensa ante estímulos placenteros (fomenta la repetición de conductas de las cuales se obtienen efectos o resultados placenteros), el sueño y el humor entre otras. Las principales vías de transmisión de la dopamina vinculadas a la aparición de agresividad son las vías mesolímbica y mesocortical, asimismo, dichas vías intervienen en el circuito cerebral de la recompensa y son fundamentales en relación con las conductas motivadas (sexual, alimentaria, consumo de drogas, etc.) (Klein y cols., 2019).

Los datos que actualmente se conocen sobre los mecanismos dopaminérgicos explicativos de la conducta agresiva provienen fundamentalmente de tres fuentes: investigaciones clínicas con gatos y ratones, estudios con neurolépticos y estudios sobre el efecto del abuso de sustancias ilícitas. Las investigaciones realizadas con humanos indican que los sujetos caracterizados por tendencia a la agresividad con un historial de victimización durante la niñez manifiestan en una cantidad superior el alelo DRD2 (A1) respecto a los que no experimentan dicha victimización en la infancia (Vaske y cols., 2011). Asimismo, se ha asociado de forma exclusiva la existencia de un determinado polimorfismo del receptor de la dopamina DRD4 a una amenaza de criminalidad, búsqueda de sensaciones y comportamientos hostiles (Dmitrieva y cols., 2010).

Para finalizar, es trascendental reflejar la complejidad de establecer una relación causa-efecto entre una sustancia del organismo y una conducta específica, ya que, como se ha explicado con anterioridad, cualquier conducta se ve afectada por un número elevado de variables diferentes interrelacionadas, es por ello por lo que se descartan teorías explicativas basadas en el reduccionismo y/o el localizacionismo.

### **3.3. Testosterona**

La T es una hormona esteroidea sexual del grupo de los andrógenos que se ha relacionado en mayor medida a la agresividad (Nelson, 2000), de modo que la testosterona se considera un factor regulador de la conducta agresiva, sin embargo, no se ha evidenciado una relación causa-efecto concreta debido a que las conclusiones de los estudios presentan controversias (Archer, 2006; Carré y cols.,2009). En resumen, se podría decir que la T aumenta o favorece el surgimiento de conductas agresivas y violentas.

Generalmente, en los seres humanos, las agresiones se dan con mayor frecuencia entre hombres, mayoritariamente jóvenes, esto es debido a los altos niveles de T en su organismo entre otros factores (Archer, 2006).

Moya Albiol (2021) realiza una revisión bibliográfica sobre la relación existente entre la agresión y la T y lo sintetiza en las siguientes cuestiones:

1. Existe una correlación positiva entre el tiempo de exposición a la T en el útero y la agresividad física tanto en niños como en niñas.
2. Los aumentos en T están relacionados con la intensificación de conductas agresivas y violentas.
3. En la adultez se produce una reducción de los niveles de T acompañado de una disminución de comportamientos agresivos.
4. La relación entre agresión y T no es una relación directa, ya que hay otros factores o variables que influyen en la conducta agresiva.
5. Algunas de las evidencias en las que se basa la relación entre la agresión y la T son débiles debido a las metodologías empleadas, dado que no conducen a resultados sólidos y consistentes.

6. Parece que la relación entre la T y la violencia es similar tanto en hombres como en mujeres, no obstante, se hacen necesarias un mayor número de investigaciones al respecto para poder desarrollar estrategias de intervención y prevención más efectivas y eficaces.

### **3.4. GABA y glutamato**

El GABA o ácido gamma-aminobutírico es un significativo neurotransmisor inhibitor del SNC en los mamíferos, en cambio, el glutamato o glutamato monosódico es el principal neurotransmisor excitador del SNC. Tanto un aumento en la actividad del glutamato como un descenso en la actividad del GABA pueden fomentar la aparición de conductas agresivas, por consiguiente, la agresión se podría determinar por un desajuste o disonancia entre la actividad de ambas sustancias (Hrabovszky y cols., 2005). Asimismo, un estudio bibliográfico realizado por Miczek y cols., (2007) apoya la hipótesis del desequilibrio entre los dos sistemas, el gabaérgico y el glutamatérgico. Sin embargo, la hipótesis mencionada presenta algunas excepciones mediante técnicas de supresión o eliminación genética. Específicamente, al suprimir el gen del isomorfo GAD65 de la enzima sintetizadora del GABA se origina un descenso en los niveles de GABA, así como una reducción de la agresividad en ratones (Stock y cols., 2000). Además, posteriores estudios señalan que la relación entre estas sustancias y las conductas violentas son mucho más complejas e intervienen gran variedad de factores, como ya se ha mencionado.

Las investigaciones científicas en relación con el GABA y la agresividad han puesto el foco en los receptores para el GABA, concretamente para el GABA-A (son escasos los estudios sobre los receptores para el GABA-B). Las investigaciones con humanos han llegado a la conclusión de que los agonistas gabaérgicos reducen la agresividad (Moya Albiol, 2021). A modo de ejemplo, es destacable señalar que para el tratamiento de pacientes con esquizofrenia los cuales han resistido a otros tratamientos farmacológicos es la administración de gabapentina, derivado del neurotransmisor GABA (Demily y Franck, 2008).



## Discusión y conclusiones

Hay cada vez más evidencias y hallazgos científicos que señalan la importancia de la variable biológica predisponente a la violencia. A modo de síntesis, podemos concluir que la conducta violenta se relaciona con la herencia genética (como se ha visto con el gen MAO-A), así como con diferentes sustancias químicas del organismo (serotonina, catecolaminas, testosterona, GABA y glutamato principalmente) y con diferentes estructuras y áreas cerebrales (amígdala, hipocampo, CCA, CPF, SNA y eje HPA principalmente).

En los últimos años se ha avanzado exponencialmente en el ámbito de la neurocriminología debido a la importancia de lograr predecir el comportamiento violento de un individuo, lo que implica que las metodologías y técnicas de estudio empleadas sean lo más precisas y fiables posible. La neurocriminología supone la comprensión de los correlatos neurobiológicos de los comportamientos violentos y propicia la puesta en funcionamiento de estrategias y técnicas más efectivas, tanto de prevención como de intervención en rehabilitación y reinserción, aportando una mayor precisión a las metodologías empleadas. En este sentido, las neurociencias se han convertido en un elemento importante en el manejo de la violencia y el crimen por parte de la sociedad.

En la misma línea, el sistema jurídico-penal tiene la posibilidad de tomar en consideración estos conocimientos y hallazgos científicos para valorar que sean pruebas incluidas en el proceso penal. A modo de ejemplo, el empleo de imágenes neuronales procedentes de las técnicas de neuroimagen mencionadas proporciona representaciones visuales del funcionamiento y estructura de las diferentes áreas cerebrales, las cuales podrían ser tenidas en cuenta durante el proceso penal en caso de existir alguna anomalía o irregularidad. En efecto, se trata de un avance significativo en relación con la constitución de un sistema jurídico penal más justo y equitativo. En este sentido, es cuestionable que en un futuro próximo la interrelación entre el sistema penal y las neurociencias se resuelva atenuando la responsabilidad personal. Considerando esto ligado a todas las variables explicadas a lo largo del presente estudio, permitiría organizar y desarrollar estrategias y programas de intervención con individuos violentos.

No obstante, pese a todos los hallazgos evidenciados, también se han hallado contradicciones e inconsistencias en algunas de las investigaciones que han sido revisadas, por

lo tanto, para el futuro se considera interesante que se realicen más estudios científicos que profundicen en conocer con mayor exactitud las bases neurobiológicas de la violencia. Por consiguiente, existe la necesidad de incrementar el número de estudios e investigaciones que sugieran relaciones entre diferentes neurotransmisores y estructuras cerebrales implicadas para poder concebir el suceso de la agresión desde un enfoque global.

## Referencias

- Afarat, A. (2019, 23 junio). *El cerebro del psicópata muestra una menor actividad en la corteza prefrontal*. [Fotografía]. Armando Afarat Psicólogo Online. <https://psicologoarmandoarafat.com/como-identificar-a-un-psicopata-o-sociopata/>
- Aigner, M., Eher, R., Fruehwald, S., Frottier, P., Gutierrez-Lobos, K., & Dwyer, S. M. (2000). Brain Abnormalities and Violent Behavior. *Journal of Psychology & Human Sexuality*, 11(3), 57–64. [https://doi.org/10.1300/j056v11n03\\_06](https://doi.org/10.1300/j056v11n03_06)
- Archer, J. (2006). Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(3), 319–345. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2004.12.007>
- Aznar, S., & Klein, A. B. (2013). Regulating Prefrontal Cortex Activation: An Emerging Role for the 5-HT2A Serotonin Receptor in the Modulation of Emotion-Based Actions? *Molecular Neurobiology*, 48(3), 841–853. <https://doi.org/10.1007/s12035-013-8472-0>
- Barratt, ES (1991). Medir y predecir la agresión dentro del contexto de una teoría de la personalidad. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 3 (2), S35–S39.
- Boccardi, M., Frisoni, G. B., Hare, R. D., Cavedo, E., Najt, P., Pievani, M., Rasser, P. E., Laakso, M. P., Aronen, H. J., Repo-Tiihonen, E., Vaurio, O., Thompson, P. M., & Tiihonen, J. (2011). Cortex and amygdala morphology in psychopathy. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 193(2), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2010.12.013>
- Bogaert, A. F. (2001). Handedness, criminality, and sexual offending. *Neuropsychologia*, 39(5), 465–469.
- Böhnke, R., Bertsch, K., Kruk, M. R., Richter, S., & Naumann, E. (2010). Exogenous cortisol enhances aggressive behavior in females, but not in males. *Psychoneuroendocrinology*, 35(7), 1034–1044. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2010.01.004>
- Bonilla, J., & Fernández Guinea, S. (2006). Neurobiología y neuropsicología de la conducta antisocial. *Psicopatología clínica, legal y forense*, 6.

- Bortolato, M., Pivac, N., Muck Seler, D., Nikolac Perkovic, M., Pessia, M., & di Giovanni, G. (2013). The role of the serotonergic system at the interface of aggression and suicide. *Neuroscience*, *236*, 160–185. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.01.015>
- Cadoret, R. J., Cain, C. A., & Crowe, R. R. (1983). Evidence for gene-environment interaction in the development of adolescent antisocial behavior. *Behavior Genetics*, *13*(3), 301–310. <https://doi.org/10.1007/bf01071875>
- Calzada Reyes, A. (2007). Aproximación a los correlatos biológicos de la agresividad y la violencia humana. *Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*.
- Carré, J. M., Putnam, S. K., & McCormick, C. M. (2009). Testosterone responses to competition predict future aggressive behaviour at a cost to reward in men. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(4), 561–570. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.10.018>
- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I. W., Taylor, A., & Poulton, R. (2002). Role of Genotype in the Cycle of Violence in Maltreated Children. *Science*, *297*(5582), 852–854. <https://doi.org/10.1126/science.1072290>
- Coccaro, E. F., Fanning, J. R., Phan, K. L., & Lee, R. (2015). Serotonin and impulsive aggression. *CNS Spectrums*, *20*(3), 295–302. <https://doi.org/10.1017/s1092852915000310>
- Davidson, R. J., Putnam, K. M., & Larson, C. L. (2000). Dysfunction in the Neural Circuitry of Emotion Regulation--A Possible Prelude to Violence. *Science*, *289*(5479), 591–594. <https://doi.org/10.1126/science.289.5479.591>
- Delara, M. D. (2016). Mental Health Consequences and Risk Factors of Physical Intimate Partner Violence. *Mental Health in Family Medicine*, *12*(01). <https://doi.org/10.25149/1756-8358.1201004>
- Demily, C., & Franck, N. (2008). Gabapentin for ultra-resistant schizophrenia with aggressive behavior. *Schizophrenia Research*, *100*(1–3), 349–350. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2007.12.482>
- Dick, D. M., Agrawal, A., Schuckit, M. A., Bierut, L., Hinrichs, A., Fox, L., Mullaney, J., Cloninger, C. R., Hesselbrock, V., Nurnberger, J. I., Almas, L., Foroud, T., Porjesz, B., Edenberg, H., & Begleiter, H. (2006). Marital status, alcohol dependence, and GABRA2: evidence for gene-

environment correlation and interaction. *Journal of Studies on Alcohol*, 67(2), 185–194. <https://doi.org/10.15288/jsa.2006.67.185>

Dmitrieva, J., Chen, C., Greenberger, E., Ogunseitan, O., & Ding, Y. C. (2010). Gender-specific expression of the DRD4 gene on adolescent delinquency, anger and thrill seeking. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6(1), 82–89. <https://doi.org/10.1093/scan/nsq020>

Ferris, L. E. (2002). World Report on Violence and Health. *Canadian Journal of Public Health*, 93(6), 451. <https://doi.org/10.1007/bf03405037>

Fonseca Pego, A. M., Franco De Oliveira, S. C. W. D. S. E., Franco De Oliveira, T., Leyton, V., Miziara, I., & Yonamine, M. (2018). Cocaine toxicological findings in cases of violent death in Sao Paulo city - Brazil. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 60, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.08.005>

Gelles, R. J., & Berkowitz, L. (1994). Aggression: Its Causes, Consequences, and Control. *Contemporary Sociology*, 23(4), 575. <https://doi.org/10.2307/2076412>

Glenn, A. L., & Raine, A. (2013). Neurocriminology: implications for the punishment, prediction, and prevention of criminal behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(1), 54–63. <https://doi.org/10.1038/nrn3640>

Hews, D. K. (2000). An Introduction to Behavioral Endocrinology. Randy J. Nelson. *The Quarterly Review of Biology*, 75(3), 332–333. <https://doi.org/10.1086/393557>

Hoptman, M. J. (2003). Neuroimaging Studies of Violence and Antisocial Behavior. *Journal of Psychiatric Practice*, 9(4), 265–272. <https://doi.org/10.1097/00131746-200307000-00002>

Hrabovszky, E., Halász, J., Meelis, W., Kruk, M., Liposits, Z., & 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>

Jacob, C. P., Müller, J., Schmidt, M., Hohenberger, K., Gutknecht, L., Reif, A., Schmidtke, A., Mössner, R., & Lesch, K. P. (2005). Cluster B Personality Disorders are Associated with Allelic Variation of Monoamine Oxidase A Activity. *Neuropsychopharmacology*, 30(9), 1711–1718. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300737>

- Joseph M. Tonkonogy, M.D. Violence and temporal lobe lesion: head CT and MRI data. (1991). *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 3(2), 189–196. <https://doi.org/10.1176/jnp.3.2.189>
- Klein, M. O., Battagello, D. S., Cardoso, A. R., Hauser, D. N., Bittencourt, J. C., & 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>
- Kohan, M. (2021, 2 septiembre). La violencia machista le cuesta a España 30.000 millones de euros anuales según un estudio de la UE. *Público*. <https://www.publico.es/sociedad/violencia-machista-le-cuesta-espana-30000-millones-euros-anuales-estudio-ue.html>
- Laakso, M. P., Vaurio, O., Koivisto, E., Savolainen, L., Eronen, M., Aronen, H. J., Hakola, P., Repo, E., Soininen, H., & Tiihonen, J. (2001). Psychopathy and the posterior hippocampus. *Behavioural Brain Research*, 118(2), 187–193. [https://doi.org/10.1016/s0166-4328\(00\)00324-7](https://doi.org/10.1016/s0166-4328(00)00324-7)
- Lahey, B. B., McBurnett, K., Raine, A., Stouthamer-Loeber, M., & Loeber, R. (2002). Neurohormonal correlates of conduct problems among male adolescents in a psychological stress paradigm. *The developmental origins of aggressive behavior*, 92–93.
- Lee, R., & Coccaro, E. (2001). The Neuropsychopharmacology of Criminality and Aggression. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 46(1), 35–44. <https://doi.org/10.1177/070674370104600106>
- Localización áreas implicadas en la violencia*. (s. f.). [Ilustraciones del anexo 3]. Asociación Educar para el desarrollo humano. <https://asociacioneducar.com>
- Martínez Martín, M. I. *Los costes sociales y económicos de la VCI en Andalucía. Hacia una metodología comprensiva del fenómeno*. (2004). <http://www.univerano.ua.es/es/cursosprevios/cursos2004/violencia/M%AA%20Isabel%20Mart%EDnezconf.pdf>
- McBurnett, K., Lahey, B. B., Rathouz, P. J., & Loeber, R. (2000). Low Salivary Cortisol and Persistent Aggression in Boys Referred for Disruptive Behavior. *Archives of General Psychiatry*, 57(1), 38. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.57.1.38>

- Miczek, K. A., Faccidomo, S. P., Fish, E. W., & DeBold, J. F. (2007). Neurochemistry and Molecular Neurobiology of Aggressive Behavior. *Handbook of Neurochemistry and Molecular Neurobiology*, 285–336.
- Moya Albiol, L. (2004). Bases neurales de la violencia humana. *Revista de Neurología*, 38(11), 1067. <https://doi.org/10.33588/rn.3811.2004135>
- Moya Albiol, L. (2021). *Neurocriminología*. Pirámide.
- Moya Albiol, L., Sariñana-González, P., Vitoria-Estruch, S., & Romero-Martínez, N. (2017). La neuro criminología como disciplina emergente. *Vox juris*, 33(1), 15–20. <https://doi.org/10.24265/voxjuris.2017.v33n1.02>
- Oberle, E., McLachlan, K., Catherine, N. L., Brain, U., Schonert-Reichl, K. A., Weinberg, J., & Oberlander, T. F. (2017). Afternoon cortisol provides a link between self-regulated anger and peer-reported aggression in typically developing children in the school context. *Developmental Psychobiology*, 59(6), 688–695. <https://doi.org/10.1002/dev.21522>
- Ortega-Escobar, J., & Alcázar-Córcoles, M. N. (2016). Neurobiología de la agresión y la violencia. *Anuario de Psicología Jurídica*, 26(1), 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2016.03.001>
- Pinto, L. A., Sullivan, E. L., Rosenbaum, A., Wyngarden, N., Umhau, J. C., Miller, M. W., & Taft, C. T. (2010). Biological correlates of intimate partner violence perpetration. *Aggression and Violent Behavior*, 15(5), 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2010.07.001>
- Platje, E., Jansen, L. M., Raine, A., Branje, S. J., Doreleijers, T. A., de Vries-Bouw, M., Popma, A., van Lier, P. A., Koot, H. M., Meeus, W. H., & Vermeiren, R. R. (2013). Longitudinal associations in adolescence between cortisol and persistent aggressive or rule-breaking behavior. *Biological Psychology*, 93(1), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.01.002>
- Posthumus, J., Böcker, K., Raaijmakers, M., van Engeland, H., & Matthys, W. (2009). Heart rate and skin conductance in four-year-old children with aggressive behavior. *Biological Psychology*, 82(2), 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.003>
- Quany, M. B. (1994). *Aggression: Its causes, consequences, and control*, by L. Berkowitz. New York, McGraw-Hill, 1993, 485 pp. *Aggressive Behavior*, 20(6), 464–466.

- Raine, A., & Buchsbaum, M. S. (1996). Violence, brain imaging, and neuro psychology. In Stoff DM, Cairns RB, eds. *Aggression and violence: genetic, neurobiological and biosocial perspectives. Aggression and violence: genetic, neurobiological and biosocial perspectives.*
- Ramírez, J. M. (2000). *Agresión: Un Enfoque Psicobiológico*. Promolibro.
- Ramírez, J., & Andreu, J. (2006). Aggression, and some related psychological constructs (anger, hostility, and impulsivity) Some comments from a research project. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(3), 276–291. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.04.015>
- Rebollo Mesa, I., Polderman, T., & Moya Albiol, L. (2010). Genética de la violencia humana. *Revista de Neurología*, 50(09), 533. <https://doi.org/10.33588/rn.5009.2009337>
- Ricaurte, G. A., & McCann, U. D. (2001). Experimental studies on 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA, “ECSTASY”) and its potential to damage brain serotonin neurons. *Neurotoxicity Research*, 3(1), 85–99. <https://doi.org/10.1007/bf03033232>
- Romero Martínez, N., & Moya Albiol, L. (2013). Neuropsicología del maltratador: el rol de los traumatismos craneoencefálicos y el abuso o dependencia del alcohol. *Revista de Neurología*, 57(11), 515. <https://doi.org/10.33588/rn.5711.2013141>
- Romero-Martínez, N., González, M., Lila, M., Gracia, E., Martí-Bonmatí, L., Alberich-Bayarri, N., Maldonado-Puig, R., Ten-Esteve, A., & Moya-Albiol, L. (2019). The Brain Resting-State Functional Connectivity Underlying Violence Proneness: Is It a Reliable Marker for Neurocriminology? A Systematic Review. *Behavioral Sciences*, 9(1), 11. <https://doi.org/10.3390/bs9010011>
- Romero-Martínez, N., Lila, M., Catalá-Miñana, A., Williams, R., & Moya-Albiol, L. (2013). The Contribution of Childhood Parental Rejection and Early Androgen Exposure to Impairments in Socio-Cognitive Skills in Intimate Partner Violence Perpetrators with High Alcohol Consumption. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(8), 3753–3770. <https://doi.org/10.3390/ijerph10083753>
- Rosell, D. R., & Siever, L. J. (2015). The neurobiology of aggression and violence. *CNS Spectrums*, 20(3), 254–279. <https://doi.org/10.1017/s109285291500019x>



- Sajous-Turner, A., Anderson, N. E., Widdows, M., Nyalakanti, P., Harenski, K., Harenski, C., Koenigs, M., Decety, J., & Kiehl, K. A. (2019). Aberrant brain gray matter in murderers. *Brain Imaging and Behavior*, *14*(5), 2050–2061. <https://doi.org/10.1007/s11682-019-00155-y>
- Sakuta, A., & Fukushima, A. (1998). A study of abnormal findings pertaining to brain in criminals. *International Medical Journal*, *284*(292).
- Sánchez-Navarro, J. P., & Román, F. (2004). Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, *20*(2), 223–240. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/analesps/article/view/27351>
- Scarpa, A., Tanaka, A., & Chiara Haden, S. (2008). Biosocial bases of reactive and proactive aggression: the roles of community violence exposure and heart rate. *Journal of Community Psychology*, *36*(8), 969–988. <https://doi.org/10.1002/jcop.20276>
- Spigset, O. (1999). Adverse Reactions of Selective Serotonin Reuptake Inhibitors. *Drug Safety*, *20*(3), 277–287. <https://doi.org/10.2165/00002018-199920030-00007>
- Staner, L., Uyanik, G., Correa, H., Treméau, F., Monreal, J., Crocq, M. A., Stefanos, G., Morris-Rosendahl, D. J., & Macher, J. P. (2002). A dimensional impulsive-aggressive phenotype is associated with the A218C polymorphism of the tryptophan hydroxylase gene: A pilot study in well-characterized impulsive inpatients. *American Journal of Medical Genetics*, *114*(5), 553–557. <https://doi.org/10.1002/ajmg.10405>
- Stork, O., Ji, F. Y., Kaneko, K., Stork, S., Yoshinobu, Y., Moriya, T., Shibata, S., & Obata, K. (2000). Postnatal development of a GABA deficit and disturbance of neural functions in mice lacking GAD65. *Brain Research*, *865*(1), 45–58. [https://doi.org/10.1016/s0006-8993\(00\)02206-x](https://doi.org/10.1016/s0006-8993(00)02206-x)
- Takahashi, A., Quadros, I. M., de Almeida, R. M. M., & Miczek, K. A. (2010). Brain serotonin receptors and transporters: initiation vs. termination of escalated aggression. *Psychopharmacology*, *213*(2–3), 183–212. <https://doi.org/10.1007/s00213-010-2000-y>
- Tonkonogy, J. M. (1991). Violence and temporal lobe lesion: head CT and MRI data. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, *3*(2), 189–196. <https://doi.org/10.1176/jnp.3.2.189>

- Vaske, J., Wright, J. P., & Beaver, K. M. (2010). A Dopamine Gene (DRD2) Distinguishes Between Offenders Who Have and Have Not Been Violently Victimized. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 55(2), 251–267. <https://doi.org/10.1177/0306624x10361583>
- Yang, Y., Raine, A., Narr, K. L., Colletti, P., & Toga, A. W. (2009). Localization of Deformations Within the Amygdala in Individuals with Psychopathy. *Archives of General Psychiatry*, 66(9), 986. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2009.110>

**ANEXO 1****Tabla 1:** *Características principales de la violencia y de términos relacionados. Adaptado de Moya Albiol (2021).*

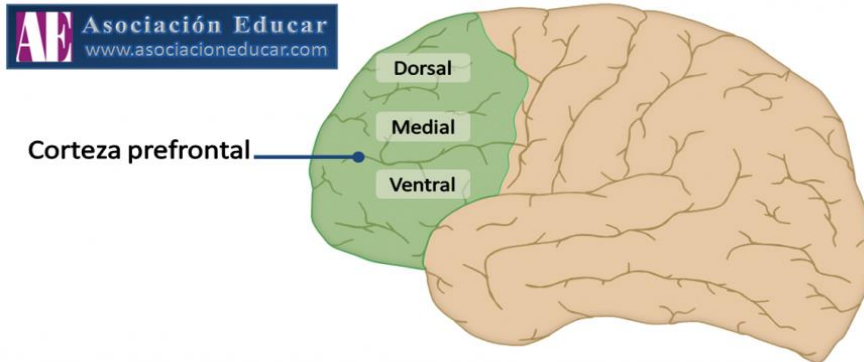
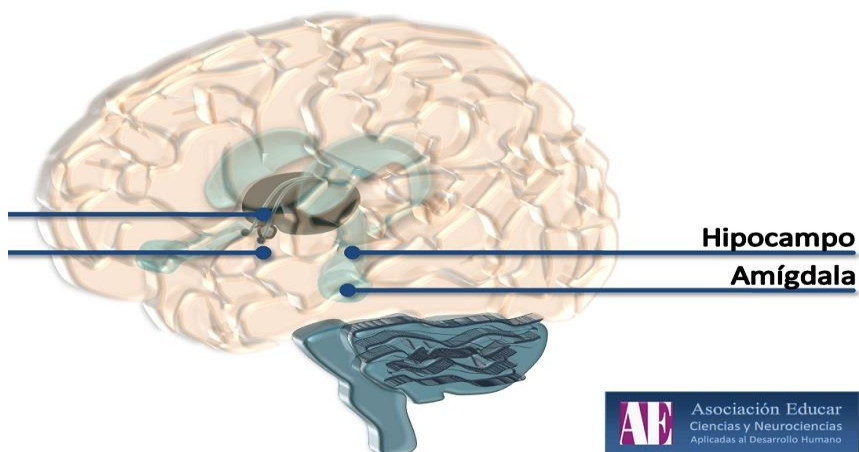
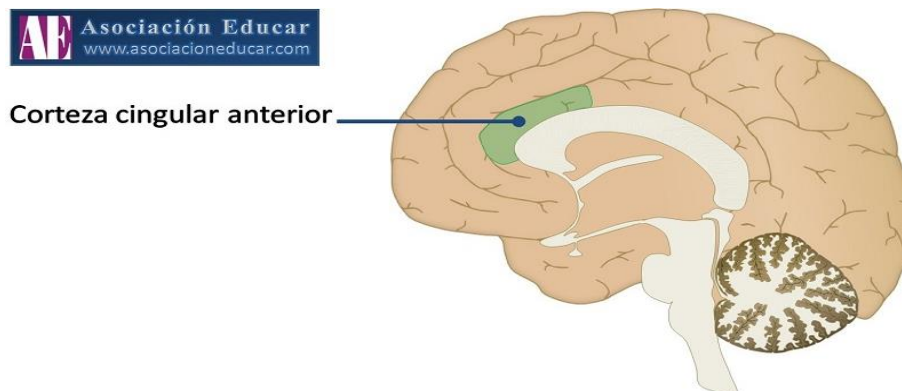
<b>Término</b>	<b>Características diferenciales</b>
Agresión-violencia	Acto concreto con intención de hacer daño.
Agresividad-hostilidad	Actitud o tendencia a presentar conductas violentas. No necesariamente da lugar a conductas concretas agresivas.
Conducta antisocial	Falta de adecuación a reglas sociales, faltas a los Derechos Humanos de los demás.
Delincuencia	Término jurídico. Presenta efectos penales.

## ANEXO 2

**Tabla 2:** *Tipología de la violencia. Apoyado en el libro de Moya Albiol (2021).*

Características del acto violento	<ul style="list-style-type: none"> <li>I. Física</li> <li>II. Sexual</li> <li>III. Psicológica</li> <li>IV. Negligencia-omisión</li> </ul>
Quién comete el acto violento	<ul style="list-style-type: none"> <li>I. Violencia hacia uno mismo</li> <li>II. Violencia interpersonal (violencia ejercida por otro/s)</li> <li>III. Violencia colectiva (violencia ejercida por grupos o colectivos)</li> </ul>
Motivación (Barrat, 1991)	<ul style="list-style-type: none"> <li>I. Violencia emocional / impulsiva / reactiva / hostil</li> <li>II. Violencia instrumental / premeditada / proactiva</li> <li>III. Violencia relacionada con alteraciones médicas</li> </ul>

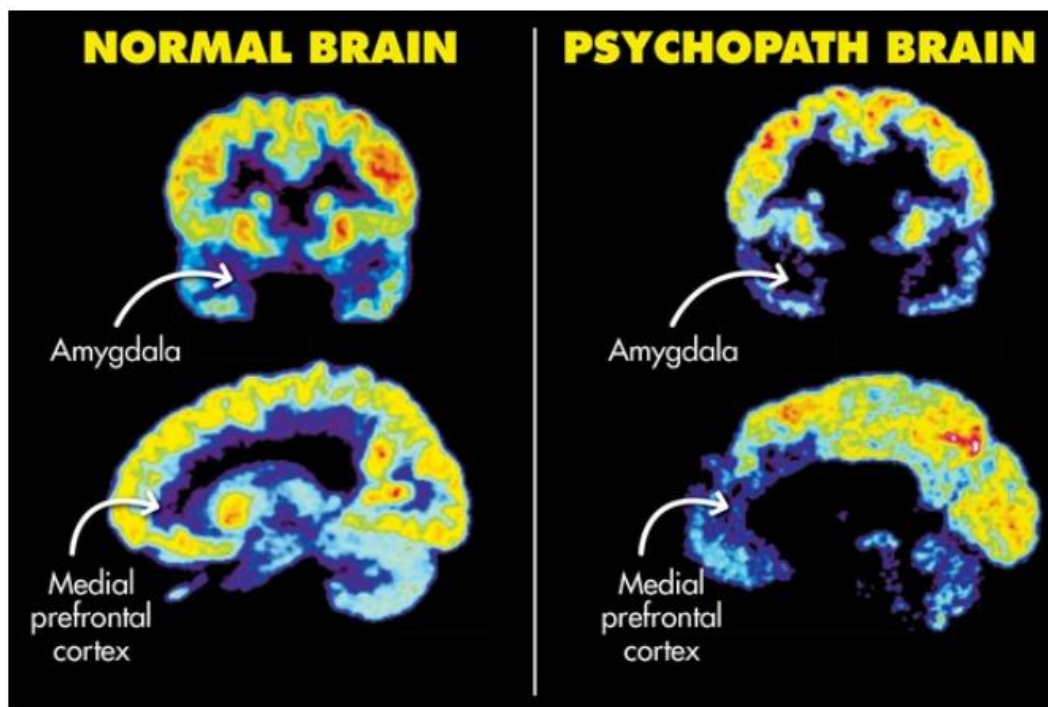
## ANEXO 3

**Figura 1:** Localización de la corteza prefrontal.**Figura 2:** Localización de amígdala e hipocampo.**Figura 3:** Localización de la CCA.

Las tres ilustraciones son de la Asociación Educar <https://asociacioneducar.com>

## ANEXO 4

**Figura 4:** El cerebro del psicópata muestra una menor actividad en la corteza prefrontal y la amígdala. Tomado de Armando Afarat Psicólogo Online (2019, 23 de junio).



En esta imagen se puede observar a la derecha un cerebro normal y a la izquierda el cerebro de un psicópata. Se pueden apreciar las diferencias en la actividad de la corteza prefrontal y la amígdala.