



*Psicobiología de la agresión y la violencia*

*Psychobiology of aggression and violence*

*Psicobiologia da agressão e violência*

Roxana Elisa Urquiza-Zavaleta <sup>1</sup>

[roxanaurquiza@gmail.com](mailto:roxanaurquiza@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-6090-6360>

**Correspondencia:** [roxanaurquiza@gmail.com](mailto:roxanaurquiza@gmail.com)

Ciencias de la Salud  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2022 \* **Publicado:** 3 de julio de 2022

I. Universidad Cesar Vallejo, Perú.

## Resumen

La agresividad y la violencia son dos patrones de comportamiento que se presentan en los seres humanos y en los animales en niveles moderados. La agresividad es usada como un mecanismo de defensa de los seres vivos cuando se sienten amenazados, lo que no ocurre con la conducta violenta la cual está cargada de agresividad con el propósito de hacer daño al otro sin importar las consecuencias de los actos. Según la neurociencia la agresión y la violencia se desarrollan debido a los caracteres hereditarios de padres a hijos (genes y herencia) causales neuroquímicas (neurotransmisores) endocrinas (las hormonas) y alteraciones en el funcionamiento de áreas del cerebro (sistema límbico, en donde la amígdala, el hipotálamo, la corteza prefrontal, la corteza cingulada anterior entre otros), no están trabajando de forma coordinada, y sus funciones se ven alteradas. También se deben considerar las experiencias vividas por los seres humanos a temprana edad, la exposición a situaciones emocionales estresantes y traumáticas, lo que repercute en el estado emocional del niño y futuro adolescente y ocasiona con el tiempo el desarrollo de patrones de comportamiento relacionados a patrones de aprendizaje que sirvieron de modelo en la infancia. Por tal razón no solo influyen en una persona agresiva y violenta los cambios ocurridos a nivel del sistema nervioso sino también, los factores familiares, sociales y culturales que están relacionados con el comportamiento y estado emocional de las personas desde temprana edad.

**Palabras Clave:** Sistema Nervioso Central; MAO: Enzima Monoamino oxidasa, Serotonina: 5-hidroxitriptamina; COF: Corteza Orbito Frontal; CPF: Corteza Pre Frontal; LF: Lóbulo Frontal; LT: Lóbulo temporal; CCA: Corteza cingulada anterior; CPFvm: Corteza prefrontal ventromedial; CPFdl: Corteza prefrontal dorso lateral.

## Abstract

Aggressiveness and violence are two behavioral patterns that occur in humans and animals at moderate levels. Aggressiveness is used as a defense mechanism of living beings when they feel threatened, which does not happen with violent behavior which is charged with aggressiveness with the purpose of harming the other regardless of the consequences of the acts. According to neuroscience, aggression and violence develop due to hereditary characteristics from parents to children (genes and inheritance), neurochemical causes (neurotransmitters), endocrine (hormones) and alterations in the functioning of areas of the brain (limbic system, where the amygdala, the hypothalamus, the prefrontal cortex, the anterior cingulate cortex, among others), are not working

in a coordinated way, and their functions are altered. The experiences lived by human beings at an early age, exposure to stressful and traumatic emotional situations should also be considered, which has repercussions on the emotional state of the child and future adolescent and causes over time the development of behavioral patterns related to behavioral patterns. of learning that served as a model in childhood. For this reason, not only do the changes that occur at the nervous system level influence an aggressive and violent person, but also family, social and cultural factors that are related to the behavior and emotional state of people from an early age.

**Keywords:** Central Nervous System; MAO: Monoamine oxidase enzyme, Serotonin: 5-hydroxytryptamine; OFC: Orbital Frontal Cortex; PFC: Prefrontal Cortex; FL: Frontal Lobe; LT: temporal lobe; ACC: anterior cingulate cortex; vmPFC: ventromedial prefrontal cortex; dlPFC: dorsolateral prefrontal cortex.

## Resumo

Agressividade e violência são dois padrões comportamentais que ocorrem em humanos e animais em níveis moderados. A agressividade é utilizada como mecanismo de defesa dos seres vivos quando se sentem ameaçados, o que não acontece com o comportamento violento que é carregado de agressividade com a finalidade de prejudicar o outro independentemente das consequências dos atos. Segundo a neurociência, a agressão e a violência se desenvolvem devido a características hereditárias de pais para filhos (genes e herança), causas neuroquímicas (neurotransmissores), endócrinas (hormônios) e alterações no funcionamento de áreas do cérebro (sistema límbico, onde a amígdala, o hipotálamo, o córtex pré-frontal, o córtex cingulado anterior, entre outros), não funcionam de forma coordenada e suas funções são alteradas. Devem ser consideradas também as experiências vividas pelo ser humano em idade precoce, a exposição a situações emocionais estressantes e traumáticas, o que repercute no estado emocional da criança e do futuro adolescente e provoca ao longo do tempo o desenvolvimento de padrões comportamentais relacionados a padrões comportamentais. de aprendizagem que serviu de modelo na infância. Por esta razão, não só as alterações que ocorrem ao nível do sistema nervoso influenciam uma pessoa agressiva e violenta, mas também fatores familiares, sociais e culturais que estão relacionados com o comportamento e estado emocional das pessoas desde tenra idade.

**Palavras-chave:** Sistema nervoso central; MAO: Enzima monoamina oxidase, Serotonina: 5-hidroxitriptamina; OFC: Córtex Frontal Orbital; CPF: Córtex Pré-frontal; FL: Lobo Frontal; LT:

lobo temporal; ACC: córtex cingulado anterior; vmPFC: córtex pré-frontal ventromedial; dlPFC: córtex pré-frontal dorsolateral.

## **Introducción**

Desde temprana edad se observa en la mayoría de los contextos educativos niños y adolescentes que presentan conductas impulsivas con una gran carga de agresividad y violencia, la cual se ve reflejada en su accionar para con sus compañeros de estudios y en muchos casos incide en sus comportamientos futuros. Sobre la diferencia entre la agresividad de la violencia, Valzelli (1983) (citado en Ortega y Alcázar, 2016), define la agresividad como una conducta adaptativa que sirve para satisfacer necesidades y para eliminar cualquier tipo de amenaza que se realice contra integridad física y/o psicológica del organismo, para la conservación del ser humano, y solo en el caso en el que se viese comprometida la vida se atacaría al oponente, llegando a provocar si es necesario la muerte. Por otro lado, la violencia según la Organización mundial de la salud (Krug y Dahlberg 2003) es el uso deliberado de la fuerza física o el poder, ya sea en grado de amenaza o efectivo, contra uno mismo, otra persona o un grupo o comunidad, que cause o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muerte, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones.

La agresividad y la violencia presentan una relación mutua en cuya regulación intervienen diversas estructuras determinadas por el funcionamiento cerebral, los factores genéticos los neurotransmisores y las hormonas. De acuerdo con la Psicobiología estarían involucrados en las conductas agresivas y violentas las características genéticas heredados de padres a hijos como reguladores de la conducta agresiva y comportamientos violentos; los bajos niveles de serotonina que propician conductas agresivas ante estímulos amenazantes y alteraciones en la corteza orbitofrontal, amígdala, sistema límbico. También se ha involucrado al consumo de sustancias psicoactivas legales o ilegales, ya que hay muchas personas que consumen alcohol u otras drogas debido a alteraciones del estado de ánimo, o cuadros de angustia o estrés o solo por el simple hecho de averiguar cómo se siente, lo que genera cambios en los sistemas de transmisión a nivel de la dopamina, serotonina, adrenalina, GABA y glutamato entre otros, y pueden desencadenar conductas agresivas y violentas en las personas.

Sin embargo, es preciso mencionar que, como lo señala Murteira Morgado & da Luz Vale Días (2014) la cultura es un producto de la corteza cerebral, pues gracias a ésta el individuo normal es

capaz de usar la razón para controlar, moderar o cambiar sus respuestas emocionales e instintivas, haciendo que la mayoría de los hombres que se encuentran en situaciones de crisis, conflicto o separación, se abstengan de agredir a sus parejas femeninas y busquen otros modos de encauzar sus sentimientos.

De allí que el objetivo general del presente trabajo sea: Analizar, y sintetizar información de diversas fuentes confiables sobre la importancia que tiene nuestro funcionamiento biológico en las conductas agresivas y violentas de las personas. Los objetivos específicos son: Identificar las diferencias entre agresividad y violencia. Determinar cuál es la influencia de la genética y de las hormonas en las conductas agresivas y violentas. Describir los cambios que se producen en el sistema nervioso central de personas que presentan este tipo de conductas teniendo en cuenta estudios de neuroimagen.

### **Agresión y violencia**

Etimológicamente, el término *violencia* tiene como uso más común la utilización exclusiva o excesiva de la fuerza. Del latín, *violentia*, significa vehemencia o impetuosidad; siendo su uso más extenso el del ejercicio de la fuerza física para dañar o lesionar a una persona o una propiedad. Su uso lingüístico también describe una condición de una persona que no está en su estado normal, o que las acciones que realiza son contrarias a su disposición natural (Moliner, 1979).

En relación con la agresión, se aplica a las formas más extremas de este tipo de comportamiento (Archer, 1994), especialmente las relacionadas con la física, aunque también es aplicable a la fuerza psicológica que causa sufrimiento o traumatismo. Al igual que en el caso de la primera, se puede establecer una categoría emocional u hostil de violencia y otra de tipo instrumental. En la violencia hostil, el objetivo primario sería la producción de sufrimiento o daño extremo a la víctima, mientras que la violencia con otros fines secundarios sería un ejemplo de violencia instrumental (Berkowitz, 1996).

Para Valzelli (1983), la agresividad es el componente de la conducta normal que, con diferentes formas vinculadas al estímulo y orientadas a un objetivo, se libera para satisfacer necesidades vitales y para eliminar o superar cualquier amenaza contra la integridad física. Además, está orientada a promover la conservación propia y de la especie de un organismo vivo, y nunca, excepto en el caso de la actividad depredadora, para producir la destrucción del oponente.

Desde una perspectiva psicosocial, la agresión física se ve comúnmente acompañada de juicios sociales negativos que destacan la ilegitimidad e ilegalidad de esos actos, así como su inaceptabilidad (Archer y Browne, 1989). La evaluación del contexto social implica inevitablemente juicios morales, y tales juicios subjetivos pueden ser cruciales al considerar un acto como legítimo o ilegítimo. En este sentido, la agresión como violencia supondría un agravio, ultraje u ofensa contraria al derecho del otro. Valzelli (1983), utilizando datos clínicos tales como la elevación del índice de violencia delictiva en casos de esquizofrenia y trastornos bipolares, asociados a uso de sustancias psicoactivas, es uno de los grandes defensores del concepto de transición patológica de la agresión a la violencia, transición sometida tanto a factores biológicos como socioambientales.

Desde esta perspectiva, De Flores (1991), señala que en la conducta humana la palabra *violencia* empleada en lugar de la palabra agresión, implica la liberación de componentes agresivos patológicos, como consecuencia de un trastorno en los mecanismos de control del SNC o por una educación intencionadamente orientada a fomentar la intolerancia ideológica.

Se entiende, por tanto, que la persona con conducta agresiva patológica tiene un trastorno funcional a nivel del sistema nervioso central, una baja tolerancia a los estímulos aversivos y un potencial agresivo dirigido hacia el entorno o hacia él mismo. Un tipo de conducta, que necesita tratamiento inmediato y resultados rápidos después de establecido el diagnóstico preciso. Además, la agresividad, dentro de estos planteamientos clínicos, quedaría conceptualizada como un estado permanente o predisposición constitucional a cometer agresiones o a atacar sin que medie provocación alguna.

En función a lo mencionado se puede determinar que la utilización excesiva de la fuerza física, junto con una reacción que no guarda relación con los estímulos desencadenantes originarios, sería decisivas para hablar de un acto agresivo como violento. En este sentido, se concluye que:

- a) La violencia constituye un tipo de agresión desadaptada, que no guarda relación con la situación social en la que se desarrolla o que se da en una dirección espacial inadecuada.
- b) La violencia requiere la ejecución de conductas que denotan un uso excesivo o exclusivo de la fuerza física dentro de un contexto sociocultural determinante, esencialmente humano.
- c) La violencia está sustentada biológicamente en un mecanismo incorrecto que regula la función adaptativa de la agresión; destacándose su carácter eminentemente destructivo sobre las personas y las cosas. (Peña Fernández 2005)

## Formas y tipos fundamentales de violencia y agresión

Según los modos de la agresión

- a. Violencia directa(personal), los actos destructivos son realizados por personas o grupos de personas contra personas o grupos definidos.
- b. Violencia indirecta o estructural: El acto violento surge de la propia organización del grupo social, sin que tenga que haber un ejecutor concreto de la misma.

Según sus acciones

- De un individuo contra sí mismo (suicidio)
- De un individuo contra otro individuo (crimen pasional)
- De un individuo contra un grupo (delitos contra la sociedad).
- De un grupo contra un individuo (la pena de muerte).
- De un grupo contra otro grupo (la guerra, el terrorismo)

Otras formas de agresión: Además de los criterios precedentes existen otros que tratan de complementar la definición anterior como la propuesta por Moyer en 1976.

1. Agresión predatoria: conductas de ataque motivadas.
2. Agresión Inter- machos: violencia física o conducta de sumisión exhibida por los machos mutuamente.
3. Agresión inducida por el miedo: se actúa de forma agresiva hacia cualquier clase de confinamiento forzado.
4. Agresión territorial: conducta de amenaza o ataque que se muestra hacia una invasión del territorio propio, o conducta de sumisión y retirada tras enfrentarse con el intruso.
5. Agresión maternal: conducta agresiva de las hembras cuando un intruso se acerca a sus crías.
6. Agresión irritable: agresión e ira dirigidas hacia un objeto debido a la frustración o estrés del agresor
7. Agresión relacionada con el sexo: Ocasionada por los mismos estímulos que generan la respuesta sexual.
8. Agresión instrumental: Recompensa del individuo mediante el acto agresivo.

## Bases genéticas de la agresión y la violencia

Uno de los genes candidatos relacionados con la agresión y la violencia es el de la MAO-A, (Monoamino oxidasa) del cual existe un *polimorfismo* para baja expresión de **MAOA (MAOA-L)** y otro para alta expresión de **MAOA (MAOA-H)**. Se conoce una relación genotípica y ambiental (maltrato y sucesos traumáticos) en un grupo de personas adolescentes, en la que el grupo con *polimorfismo MAOA-L* y expuesto al ambiente en cuestión mostró mayor tendencia a arrestos criminales, mayor desorden de conducta y mayor disposición agresiva que los individuos con el *polimorfismo MAOA-H* y los individuos con **MAOA-L** quienes no habían estado expuestos a un ambiente hostil y violento. Sin embargo, otras investigaciones han encontrado una relación similar entre la agresión y el *polimorfismo MAOA-H* (Ortega y Alcázar, 2016).

En un interesante trabajo, Meyer y Lindenberg, *et-* (2006) estudiaron el cerebro a nivel estructural y funcional en personas con genotipo de la **MAOA** y de diferentes características fenotípicas obtenidas a partir de tareas experimentales que podían ser consideradas análogas de comportamientos violentos. Encontraron que el alelo que da como resultado una menor expresión de la **MAOA-L**, asociado previamente con el riesgo de presentar conductas violentas, predecía una reducción del volumen límbico y una alta sensibilidad de la amígdala en una tarea de reconocimiento facial de emociones, acompañado de una reactividad disminuida de las regiones reguladoras prefrontales. En hombres, también se asociaba a cambios en el volumen de la corteza orbitofrontal, a hiperreactividad en la amígdala y el hipocampo en una tarea de recuerdo aversivo y a una activación del cíngulo, empeorada durante una tarea de inhibición cognitiva. Este estudio pone de manifiesto las diferencias en el sistema límbico para la regulación emocional, así como el control cognitivo implicado en la asociación entre el **MAOA** y el comportamiento violento.

En un estudio de neuroimagen funcional se encontró que los alelos del gen de la **MAOA** se encuentran relacionados con puntuaciones en una escala de agresividad y con la respuesta a un paradigma de exclusión social. De acuerdo con esto, individuos **MAOA-L** se muestran más agresivos que los individuos **MAOA-H**, y presentan una mayor activación de la corteza cingulada anterior dorsal en relación con reacciones de exclusión social. Así pues, la **MAOA** puede estar relacionada con comportamientos agresivos mediante la hipersensibilidad emocional en contextos sociales (Eisenberg, Hofer, y Vaughan, 2007).

Otro factor de gran relevancia es la proteína **5-HTT** (transportador de serotonina) fabricada por un gen cuya región promotora presenta *polimorfismo* afectando la transcripción de dicho gen. De este modo existen dos alelos de dicho gen: uno de longitud corta (alelo *s*) y otro de longitud larga (alelo

l); los individuos *s/s* y *s/l*, con menor síntesis de **5-HT**, son más ansiosos, depresivos, hostiles y agresivos que los individuos *l/l* (Takahashi, Quadros, de Almeida, y Miczek, 2013; Teodorovic y Uzelac, 2015).

A pesar de estos hallazgos, es preciso mencionar que existen numerosas discrepancias entre los estudios genéticos que muestran asociación entre el gen **5-HTT** y la agresión (ya sea hacia sí mismo (suicidio) o hacia los demás) (Bortolato, y otros, 2013). Éstas quizá se deban a interacciones gen-ambiente, de tal modo que los portadores de alelo *s* tengan mayor tendencia a la agresión y a la ideación suicida como respuesta a situaciones de stress vividas durante la infancia, adolescencia y comienzo de la edad adulta (Caspi, y otros, 2013; Conway, y otros, 2012).

### **La serotonina y su influencia en la violencia y agresión**

El neurotransmisor más intensamente estudiado y asociado a la conducta agresiva ha sido la serotonina o 5-hidroxitriptamina (abreviadamente, 5-HT). La 5-HT se produce en los núcleos del rafe del tallo del cerebro, los cuales constituyen un circuito con la corteza orbitofrontal y el sistema límbico, entre otras áreas. Los niveles de este neurotransmisor son inversamente proporcionales a los niveles de agresión impulsiva, así pues, la reducción mediante dieta de dicho neurotransmisor está asociada con la conducta agresiva e impulsiva que se manifiesta ante estímulos nocivos, amenazantes o provocadores. De manera inversa, si se aumenta la dosis de triptófano en la dieta, se observa una irritabilidad y agresión disminuida; lo anterior de acuerdo con estudios experimentales llevados a cabo con humanos (Coccaro, Fanning, Phan, y Lee, 2015; Siegel y Douard, 2013; Yanowitch y Coccaro, 2013).

En un reciente metaanálisis sobre estudios que han puesto en relación la serotonina con la agresión, se encontró que la serotonina explica sólo un poco más del **1%** de la varianza en agresión, ira y hostilidad. Sin embargo, afirman que la hipótesis de la deficiencia de serotonina permanece abierta al debate en tanto puede haber varias interpretaciones posibles de los resultados obtenidos, partiendo de la poca fiabilidad y validez discriminante de la escala conductual para medir la agresión al conocimiento actual más detallado de las vías nerviosas en las que interviene la serotonina como neurotransmisor y sus receptores, que hacen que el papel de la serotonina en relación con el control de la conducta sea más complejo de lo que se suponía inicialmente (Bortolato, y otros, 2013; Coccaro, Fanning, Phan, y Lee, 2015; Duke, Bègue, Bell, y Eisenlohr-Moul, 2013).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la serotonina es neurotransmisora en diversos circuitos además de la *CPF*, por ejemplo, en el hipotálamo, centro importante relacionado con el control de la agresión. Además, la serotonina tiene al menos **14** tipos de receptores, siendo los más importantes en relación con la agresión los denominados **5-HT1A** y **5-HT1B** (Takahashi, Quadros, de Almeida, y Miczek, 2013, citados en Ortega y Alcázar, 2016), tiene localización pre o postsináptica y por tanto favorece como inhibe la agresión.

### **Las hormonas y su relación con la agresión y la violencia**

La relación entre hormonas y agresión es recíproca y bidireccional (Archer, 2006), dado que un determinado nivel hormonal puede repercutir en la conducta agresiva, y, a la inversa, el incremento de la agresión puede provocar cambios en los niveles hormonales. En este sentido, las hormonas pueden ser consideradas causas, efectos o mediadoras de la agresión. A modo de ejemplo, cabe indicar que las experiencias conductuales y el contexto sociocultural pueden llevar a cambios endocrinos que, a su vez, influyen en la agresión (Andreu y cols., 2001). Además, la magnitud de la respuesta hormonal parece que es dependiente de la intensidad de la agresión (al menos, en machos), lo que sugiere que los niveles altos de andrógenos son consecuencia de la interacción agresiva y no la causa de la agresión (Ross y cols., 2004 citado en Moya Albiol 2015).

La Testosterona (principal andrógeno masculino) es la hormona más estudiada en relación con la agresión en adolescentes y adultos, pero los resultados obtenidos en los diversos estudios quedan lejos de ser conclusivos y consistentes. Los estudios en animales han arrojado una amplia evidencia empírica sobre la existencia de una relación bidireccional entre la Testosterona (T) y la agresión, según la cual la T facilita la agresión y ésta, al igual que otras conductas sociales, influye en los niveles de T. Sin embargo, los estudios que han analizado esta relación en seres humanos muestran resultados inconsistentes (Rubinow y Schmidt, 1996; Archer, 2006). Además, las diferencias entre géneros son fundamentales a la hora de interpretar la agresión y su relación con la T, a lo que habría que añadir el efecto que variables tales como el tipo de agresión, la experiencia previa y las diferencias individuales, entre otras, pueden ejercer sobre esta relación.

La relación entre T y agresión es una temática que ha generado mucha confusión, dado que los estudios que la analizan son múltiples y van en la línea de afirmar que la T es un factor fundamental para la agresión, aunque no todos los estudios lo confirman (Wingfield, 2005). Así, se ha indicado que otra de las posibles razones de la inconsistencia

sea el hecho de que tradicionalmente se han medido niveles circulantes de T (en sangre o saliva) y no sus precursores (dehidroepiandrosterona o DHEA) o sus efectos a nivel central (por ejemplo, a nivel de la amígdala). En este sentido, es necesario tener en cuenta la aromatización de la T a nivel cerebral (en el hipocampo y amígdala fundamentalmente), que la transforma en estradiol (Nelson y Trainor, 2007), lo cual hace más compleja la relación entre la T y la agresión. (citado por Moya Albiol 2015)

La T podría desempeñar un rol importante en las conductas sexualmente dimórficas en general y en la expresión de la agresión, ya que, hasta la edad de 10 años, aproximadamente, tanto los niños como las niñas solucionan los conflictos expresando la agresión de forma directa, pero con la llegada de la pubertad, las estrategias se hacen más características de cada género. Las chicas suelen sustituir la agresión física directa por la agresión emocional indirecta, mientras que los chicos suelen ser más impacientes e irritables y tienden a emprender conductas de riesgo. Con la maduración se produce un incremento del empleo de la agresión indirecta y, en el período adulto, la agresión se hace más sutil, como lo muestra la denominada «agresión social». Por todo ello, se podría afirmar que ambos sexos son igualmente agresivos, aunque expresan la agresión de modo diverso (Hess y Hagan, 2006; citado por Moya Albiol 2015).

Sólo en los últimos tiempos se están llevando a cabo con mayor frecuencia estudios con hembras y mujeres. A pesar de ese menor número de investigaciones, la mayor parte de los estudios apoyan la hipótesis de que la T mantendría una relación positiva con la violencia. No obstante, podría criticarse el hecho de que se han analizado los niveles de T de las participantes violentas fuera de su contexto. Esto implicaría una pérdida de información, ya que en muchos casos la violencia no es proceso unidireccional sino bidireccional. Un ejemplo claro de ello sería la violencia doméstica, en la que existe una teoría que apoya la simetría de género, es decir, que en algunos casos la violencia se produciría entre los dos cónyuges en lugar de ser unidireccional. En este caso concreto de violencia se observó que aquellas parejas heterosexuales con niveles similares de T (en comparación con los niveles medios del género al que pertenecían) presentaron mayores incidentes de violencia doméstica que las parejas con niveles distintos de T.

### **Estructuras del sistema nervioso central implicadas en la agresión y la violencia**

En relación con las estructuras cerebrales implicadas en el control de la conducta agresiva en el ser humano, los estudios se han basado en el comportamiento de seres humanos con daños cerebrales debido a enfermedades (tumores, quistes, rabia), heridas o enfermedades mentales. Por ejemplo,

un estudio en el que se lesionó el hipotálamo posteromedial tuvo éxito en reducir o abolir la agresividad en pacientes violentos. Otros estudios replicaron este hallazgo (Haller, 2014). Un ejemplo interesante de control hipotalámico de la agresión es el hamartoma hipotalámico (con el nombre de hamartoma se conoce a un grupo de neuronas, glía o manojos de fibras nerviosas que perdieron su camino en el momento de la migración celular embrionaria, ubicándose en estructuras donde normalmente no deberían estar. Un subgrupo de pacientes que desarrollan esta malformación muestra un incremento de la agresión y cuando se retira el hamartoma se abole la agresividad (Ng et al., 2013). Los hallazgos observados con esta malformación muestran que las funciones hipotalámicas están estrechamente ligadas con la agresión en humanos. Las estructuras límbicas (amígdala, formación hipocampal, área septal, corteza prefrontal y circunvolución del cíngulo) modulan fuertemente la agresión a través de sus conexiones con el hipotálamo medial y el lateral (Haller, 2014).

### **La amígdala**

La amígdala se relaciona actualmente con un conjunto de procesos nerviosos como son la cognición social, la regulación de la emoción, el procesamiento de la recompensa y la memoria emocional; también con la detección de las amenazas procedentes del medio ambiente visual o auditivo, así como la producción de respuestas de lucha o huida a través de sus conexiones con estructuras del tronco del encéfalo. Personas con lesión en la amígdala muestran dificultades en reconocer las señales faciales de malestar y tienen dificultades para generar respuestas de miedo condicionadas (Adolphs, 2013; Klumpers, Morgan, Terburg, Stein y van Honk, 2015). Esto es parecido a lo que ocurre en individuos con alta tendencia a la violencia (jóvenes con callosidad emocional; Blair, 2013a; Lozier, Cardinale, VanMeter y Marsh, 2014; psicópatas adultos; Blair, 2013b; Blair et al., 2004; Marsh y Blair, 2008).

A raíz de las observaciones de Kluver y Bucy (1939) sobre lesiones bilaterales de los lóbulos temporales anteriores en macacos se determinó que estas conducían, entre otras modificaciones de la conducta, a un apaciguamiento del animal haciéndolo menos agresivo. En orden a determinar si la pérdida de la agresividad de los monos era debida a lesión cortical o subcortical, Weiskrantz (1956) produjo ablaciones en un grupo experimental en ambas amígdalas y en el polo temporal medial; mientras que el grupo control había recibido lesión en la convexidad temporal inferior o una operación bilateral sin llegar a dañar el tejido cortical o subcortical. Sólo obtuvo

modificaciones relacionadas con disminución de la agresión cuando la lesión afectaba al complejo amigdalóide.

En humanos, el complejo amigdalóide se ha subdividido, de acuerdo con criterios de tipos celulares y densidad de dichos tipos, en 4 conjuntos de núcleos denominados latero basal o basolateral, centromedial o central, masas intercaladas y superficial o cortical; las masas celulares intercaladas, situadas entre el grupo basolateral y el centro medial, son importantes para el control inhibitorio de la actividad, de la amígdala (Barbas, Zikopoulos y Timbie, 2013; Rosell y Siever, 2015).

Posteriormente esta subdivisión se ha confirmado mediante resonancia magnética nuclear (Bzdok, Laird, Zilles, Fox y Eickhoff, 2013). El grupo latero basal se coactiva con la corteza prefrontal ventromedial (CPFvm), que se piensa que actualiza contingencias de respuesta. La información del grupo latero basal se envía al grupo centromedial, bien directa o bien indirectamente a través de las masas intercaladas, el cual conecta fundamentalmente con estructuras corticales y subcorticales motoras. Dado que en el hipotálamo existen dos regiones implicadas en el control de la agresión reactiva y la agresión predatoria, existen también conexiones desde la amígdala a través de dos vías llamadas estría terminal y vía amigdalófuga ventral (Nieuwenhuys, Voogd y van Huijzen, 2009), que conectan a la amígdala con el hipotálamo anterior y con el hipotálamo lateral.

Estudios de neuroimagen estructural de la amígdala y agresión. Algunos estudios se han basado en sujetos sanos, no clínicos, en este caso mujeres, cuyos niveles de agresión no estaban fuera de lo normal (Matthies et al., 2012). La agresión se midió mediante la prueba “Life History of Aggression” y se subdividió el grupo en dos grupos, uno con puntuaciones superiores a la mediana de la cohorte y otro con puntuaciones inferiores a la mediana de la cohorte. El subgrupo más agresivo tenía un volumen de la amígdala, corregido para el volumen total del cerebro, significativamente menor (16-18%) que el volumen del subgrupo menos agresivo. La limitación de este estudio es que se basa sólo en mujeres y se mide, mediante entrevista, la agresión pasada. En sujetos violentos psicópatas se ha encontrado reducción significativa del volumen de sustancia gris de la amígdala en varios estudios (Ermer, Cope, Nyalakanti, Calhoun y Kiehl, 2012; Tiihonen et al., 2000). En cambio, un estudio del mismo grupo de investigación en adolescentes encarcelados con caracteres psicopáticos (Ermer, Cope, Nyalakanti, Calhoun y Kiehl, 2013) no encontró una disminución en el volumen de la amígdala en función de la puntuación en la prueba correspondiente de medida de la psicopatía. Estos autores no dan una explicación para la diferencia en el volumen amigdalóide entre adolescentes y adultos. Boccardi et al. (2013) estudiaron la morfología cortical y

amigdalas en sujetos violentos que se podían caracterizar como psicópatas. El volumen global de la amígdala era significativamente mayor en los violentos que en los controles, pero lo más interesante es que la morfología de los distintos núcleos era diferente de la de los controles, observándose tanto aumento como disminución de tejido en diferentes núcleos amigdalinos considerándose este aspecto como más importante que el volumen mayor de la estructura (Boccardi, comunicación personal).

### **La corteza prefrontal**

La corteza prefrontal es aquella parte del lóbulo frontal situada delante de la denominada corteza premotora, incluyendo tanto regiones de la parte medial del hemisferio como de la parte lateral. La corteza prefrontal contiene 3 regiones importantes: la corteza orbitofrontal (COF), la corteza cingulada anterior (CCA) y la corteza prefrontal ventromedial (CPFvm). La COF se encuentra en la parte basal de los hemisferios mientras que la CPFvm se encuentra en la cara medial de los hemisferios y en su parte ventral y la CCA se encuentra en la cara medial de los hemisferios.

La COF forma parte de la corteza frontal límbica junto con la CCA. Ambas cortezas, en el caso de la COF sobre todo su zona posterior, tienen las conexiones más fuertes con la amígdala (Ghashghaei, Hilgetag y Barbas, 2007 citado en Sepúlveda y Moreno 2017). La vía amígdala COF posterior puede tener un papel destacado en el enfoque de la atención sobre estímulos motivacionalmente relevantes, consistente con el papel de la amígdala en la alerta y vigilancia emocional. Como la amígdala recibe información sensorial de todas las modalidades sensoriales (que terminan en las mismas partes de la amígdala que se proyectan a la COF posterior), sus proyecciones pueden enviar el significado afectivo de los estímulos sensoriales externos. A su vez, la información que la CCA y la COF enviarían a la amígdala sería acerca del medio interno incluyendo emociones internalizadas como celos, vergüenza y culpabilidad, que evocan una excitación emocional (Ghashghaei et al., 2007).

Dado su patrón de conexiones con la amígdala, existiría una diferencia en las funciones de la COF y la CCA: como la COF recibe más proyecciones de la amígdala y la CCA envía más proyecciones a la amígdala (macacos, Ghashghaei et al., 2007); y humanos, la primera tendría un valor más sensorial o perceptual evaluando el valor motivacional y afectivo de los estímulos mientras que la segunda tendría una relación más importante con las acciones o respuestas (hay que tener en cuenta que la CCA tiene sus principales conexiones de salida con centros autónomos del tronco del

encéfalo y de la médula espinal implicados en la expresión de emociones como vocalizaciones) (Rosell y Siever, 2015; Timbie y Barbas, 2014).

Es importante destacar que la COF contiene una conexión especializada con la amígdala, a través de las masas intermedias de esta, que activaría centros del tronco del encéfalo y de la médula espinal implicados en la activación emocional y en el retorno a una situación emocional previa disminuyendo dicha activación. Este circuito permitiría explicar la excitación emocional (incremento de frecuencia respiratoria y cardiaca, etc.) en situaciones de comportamiento agresivo. Estudios de neuroimagen funcional de la CPF y agresión. Diversos estudios han mostrado, en sujetos normales, una potenciación de la actividad de la COF según se incrementaba la intensidad de expresiones faciales de ira que estaban observando (Blair, Morris, Frith, Perrett y Dolan, 1999). Utilizando un escenario imaginario de agresión en el que se le pedía a sujetos normales que expresaran una agresión no restringida hacia un asaltante o que intentaran inhibir la respuesta agresiva, se observó que en el primer caso la desactivación funcional de la COF era mayor que en el segundo (Pietrini, Guazzelli, Basso, Jaffe y Grafman, 2000). Se observa, por lo tanto, en los sujetos normales que un control de impulsos se traduce en una mayor actividad de la COF. Por lo tanto, sujetos con daño en la COF tenderán a exhibir un bajo control de impulsos y estallidos agresivos entre otras conductas. Hoptman (2003) cita también estudios realizados en sujetos sanos en los que se ha inducido un estado de ira al que se compara con un estado neutro y se les miden sus cambios en el flujo sanguíneo cerebral regional; en este caso, se observaron incrementos en la COF, CCA y polos temporales anteriores, que los autores interpretaron “como representando la inhibición de la agresión en el contexto de la ira generada” (Hoptman, 2003, p. 269).

La cuestión es que en el estudio anterior al que hace referencia Hoptman (2003) no se habían estudiado otras emociones. Entonces que es lo que ocurre a nivel funcional en la CPF de las personas: Un estudio mediante TEP llevado a cabo en asesinos predadores (psicópatas) e impulsivos y en sujetos normales neurológica y conductualmente (Raine et al., 1998) aportó los siguientes resultados en relación con el tipo de agresión y la actividad de la corteza prefrontal: los asesinos impulsivos tenían menor actividad prefrontal y mayor actividad subcortical en el lóbulo temporal (que contiene la amígdala) que los sujetos control y los asesinos predadores tenían una actividad prefrontal similar a la de los sujetos control pero tenían una actividad subcortical excesiva. En este estudio no se realizaba aún una subdivisión más fina de la corteza prefrontal. También la revisión llevada a cabo por Hoptmann (2003) mostraba que “la activación en el lóbulo

frontal y parte medial del lóbulo temporal está asociada con la agresión imaginada, la inducción de estados de ira o la actividad violenta y criminal, especialmente en relación con crímenes que tenían una base afectiva/impulsiva” (p.269). En un meta-análisis en el que se intentó fraccionar la corteza prefrontal en relación con la conducta de sujetos violentos, antisociales y psicópatas, Yang y Raine (2009) encuentran que en los 31 estudios de imagen funcional que abarcan desde 1992 a 2007 incluían las técnicas SPECT (tomografía computarizada de emisión de fotón único), RMf (resonancia magnética funcional), espectroscopia de resonancia magnética (MRS), tomografía de emisión de positrones (TEP) las regiones de la CPF donde había una reducción de la actividad cerebral medida mediante alguna de las técnicas anteriores eran la COF derecha, la CPFdl izquierda y la CCA derecha. La lateralización de la disminución de la actividad cerebral en COF y CCA es paralela a la alteración observada tras lesión en estas regiones en la conducta social, procesamiento emocional y toma de decisiones (Eslinger y Damasio, 1985; Hornak et al., 2003; Tranel, Bechara y Denburg, 2002), mientras que la lateralización en la actividad de la CPFdl estaría relacionada más bien con impulsividad y pobre control conductual.

En general, los estudios de neuroimagen funcional llevados a cabo en sujetos violentos y antisociales muestran una actividad funcional atípica en la COF, la CPFvm y la CCA a menudo manifestada como una hipofuncionalidad (Anderson y Kiehl, 2012; Glennly Raine, 2014; Patrick, 2015).

### **El maltrato infantil y su correlación neuroanatómica con la agresividad y la violencia**

Investigaciones realizadas mediante técnicas de estimulación eléctrica han evidenciado que áreas como la amígdala, el hipocampo, el hipotálamo y estructuras tegmentales son precursoras de la agresión, mientras que otras áreas como la zona ventromedial de los lóbulos frontales y el área central de los lóbulos temporales son inhibitoras de este tipo de conductas. (Mesa y Moya 2010)

Diversos estudios realizados en sujetos que presentan conductas violentas y/o trastornos relacionados con algún tipo de agresión han detectado diferencias morfológicas y anatómicas con respecto a los sujetos control. En este sentido, se han observado déficits estructurales y funcionales en los lóbulos temporales y frontales en diversas muestras de sujetos violentos. En el lóbulo temporal la disminución del volumen del hipocampo y de la amígdala en sujetos víctimas de malos tratos durante la infancia podría contribuir al desarrollo de la violencia en sujetos adultos. De este modo, los estudios de neuroimagen realizados en adultos violentos han mostrado la existencia de

una pérdida unilateral de tejido en la amígdala y el hipocampo del lóbulo temporal, y se ha llegado incluso a establecer una correlación positiva entre la reducción del tamaño bilateral del hipocampo y altas puntuaciones en escalas de psicopatía. (Weniger et al 2008)

Otra alteración en niños maltratados es la de la 'irritabilidad límbica', también observada en adultos que presentan comportamientos violentos, en los que se muestra una irritabilidad extrema manifestada por un aumento en la conducta agresiva, hipersexualidad y ataques irracionales. (Teicher 2002)

Por lo que respecta a las alteraciones detectadas en el lóbulo frontal de niños maltratados, se muestra que los altos niveles de estrés afectan a su desarrollo normal, ya que producen una maduración prefrontal precoz y una lateralización hemisférica. En relación con ello, se ha demostrado que la hipoactivación en regiones como el córtex orbitofrontal, unida a la hiperactivación de la amígdala, se corresponde con un bajo control de impulsos, estallidos de agresividad y falta de sensibilidad personal, que predisponen a la conducta agresiva y violenta (Lee y Hoaken 2007). En cuanto a la lateralización hemisférica y a las conexiones establecidas por el cuerpo calloso en menores maltratados, se ha observado (tal y como se ha comentado) un menor tamaño del cuerpo calloso, especialmente en varones, así como retrasos en la mielinización, lo cual propicia el desarrollo independiente de ambos hemisferios (Teicher 2004).

Estos hallazgos pueden relacionarse con datos obtenidos en adultos violentos, en los que se ve una menor lateralización en cuanto al lenguaje en tareas que implican procesamiento verbal, así como una disminución en el metabolismo de glucosa en el cuerpo calloso en muestras de asesinos.

La alteración del desarrollo y los daños cerebrales producidos como consecuencia del maltrato infantil podrían llevar a las alteraciones observadas en diversas zonas cerebrales, como en el hipocampo y la amígdala, y no únicamente a dañar las conexiones entre el córtex prefrontal y la amígdala. Si atendemos a los modelos teóricos que explican la agresión humana, también es posible observar similitudes entre las bases biológicas que en ellos se proponen y los hallazgos obtenidos en sujetos maltratados durante la infancia. Uno de estos modelos establece que las conductas agresivas se relacionan con alteraciones en el lóbulo frontal que confluyen con diversos niveles de manifestación, como son el neurofisiológico, el neuroconductual, el de personalidad, el social y el cognitivo. Cuanto mayor fuese el déficit prefrontal observado, mayor sería la probabilidad de que confluyesen alteraciones en las distintas zonas mencionadas, y, por tanto, de que apareciese la violencia. Estas alteraciones pueden relacionarse con las funcionales encontradas en niños

maltratados, ya que las alteraciones y problemas de conducta que presentan podrían ser consecuencia de alteraciones en las diversas zonas explicadas y tener como base un mal funcionamiento del lóbulo frontal. (Moya y Mesa 2013)

### **Metodología**

Se realizó una revisión sistemática durante los meses de agosto a octubre del 2020, la finalidad fue seleccionar todos aquellos estudios publicados en artículos científicos sobre temas relacionados a la Psicobiología de la agresión y la violencia, realizados con niños, adolescentes y adultos de ambos sexos, también se recopiló información de artículos científicos, libros electrónicos, revistas médicas y de psiquiatría, como Elsevier, Scopus, Science y Publimed., etc.; tesis doctorales, Anales entre otros, debido a la carencia de estudios sobre este tema en español se hicieron varias revisiones de estudios publicados en inglés en la mayoría de los casos de artículos internacionales provenientes de los Estados Unidos, España, Alemania, Canadá. y un artículo de la USMP de la facultad de medicina de Perú. El diseño y tipo de investigación es de tipo descriptiva y su enfoque cualitativo.

Se realizó el análisis de datos extrayendo los aspectos más resaltantes de la investigación con el objetivo de poder determinar la influencia de los estados emocionales sobre el funcionamiento a nivel orgánico del organismo.

### **Discusión y conclusiones**

El objetivo del presente artículo científico ha sido el de recopilar información confiable de fuentes nacionales e internacionales sobre los diversos estudios realizados sobre la Psicobiología de la agresión y la violencia para lo cual se han revisado más de 50 artículos en su mayoría en inglés y dos libros electrónicos.

Del total de publicaciones revisadas todas han aportado evidencias empíricas sobre la influencia que tienen nuestros estados emocionales sobre nuestro organismo, las alteraciones que se presentan a nivel de nuestros neurotransmisores, hormonas, genes y sistema nervioso central y como estos cambios generan disfunciones a nivel del estado de ánimo y del comportamiento.

En la actualidad a nivel mundial los casos de agresión, violencia de género, maltrato y abuso infantil se ha incrementado exponencialmente, y según las cifras de la Organización Mundial de la

Salud (Krug y Dahlberg 2003) más de 1 millón 600 mil personas pierden la vida violentamente a nivel mundial; y uno de las causales de que las cifras de agresividad y violencia en la población se incrementen puede ser la pandemia del coronavirus que se está viviendo y que ha disparado los niveles de estrés, ansiedad y depresión en la población. Sin embargo, la agresión y violencia no son problemas nuevos, se han venido dando desde la antigüedad, y, a pesar de las sanciones que impone el Estado, están vigentes en todas las sociedades.

Según diversos estudios realizados sobre la agresividad y la violencia, y la influencia de las hormonas, neurotransmisores, la genética y el sistema nervioso central; se ha evidenciado que, las alteraciones a nivel de la producción de estos moduladores y del funcionamiento de las estructuras del cerebro, generan modificaciones en el estado emocional y comportamental del individuo.

Los estudios realizados sobre la influencia de la genética en el comportamiento agresivo informan que alrededor del 50% de la variabilidad de este comportamiento se debe en gran parte a los genes, en especial a la mutación en el gen de la enzima Monoaminoxidasa A (MAOA), esta mutación se correlaciona con la agresión impulsiva.

La serotonina es un neurotransmisor elaborado en los núcleos del rafe del tronco encefálico, estos núcleos están en contacto con la corteza orbitofrontal (COF) y el sistema límbico. Se ha comprobado que altos niveles de 5-HT (serotonina) en la corteza prefrontal (CPF) y en la corteza cingulada anterior (CCA) son inversamente proporcionales a los niveles de agresión. Generalmente, los bajos niveles de 5-HT se encuentran asociados con altos niveles de impulsividad y agresividad.

En muchos estudios se encuentra que los hombres tienen más comportamientos agresivos y violentos que las mujeres, y la hormona que determinaría este tipo de comportamiento en los varones sería la testosterona. Pero también hay que tener en cuenta que personas emocionalmente agresivas tienden a segregar más testosterona en la sangre, por lo que se infiere que aquellas personas que tienen un temperamento violento tienen una mayor tendencia a segregar más testosterona que aquellas que son emocionalmente tranquilas.

Estudios realizados en individuos normales, así como en psicópatas han evidenciado la importancia de la correlación entre la corteza prefrontal y los núcleos amigdaloides en la agresividad y violencia, así, se encontró los asesinos impulsivos tenían menor actividad prefrontal y mayor actividad subcortical en el lóbulo temporal (que contiene la amígdala) que los sujetos control, y los asesinos predadores tenían una actividad prefrontal similar a la de los sujetos control pero tenían

una actividad subcortical excesiva. Asimismo, se establecieron importantes conexiones entre una de las divisiones de la corteza prefrontal, la orbitofrontal, con el tronco encefálico y la médula espinal, lo que se relaciona con las respuestas que se producen ante las emociones violentas.

Otro factor importante que influye en el comportamiento agresivo en la edad adulta es haber sufrido maltrato durante la niñez. Esto puede dar lugar a que el individuo sufra consecuencias tanto a nivel psicológico como neurológico. Un elevado nivel de estrés en edades tempranas ocasiona una disfunción en el desarrollo normal del niño, lo que ocasiona un aumento de los niveles hormonales lo que genera cambios en el funcionamiento y la estructura del cerebro, alteraciones en el hipocampo, la amígdala, el cerebelo, el cuerpo calloso, el volumen cerebral y ventricular. Estos cambios hacen que los afectados presenten secuelas a nivel cognitivo, altos niveles de estrés psicosocial, problemas de conducta como agresividad y violencia asociada con otras patologías.

## Referencias

1. Alcázar- Corcoles, MA, et al. (2010) Neuropsicología de la Agresión impulsiva. Revista de Neurología, 50: 291-9. Barcelona. España
2. Archer, J. (2009). The nature of human aggression. USA International Journal of Law and Psychiatry, 202-208. <https://doi.org/10.1016/j.ijlp.2009.04.001>
3. Berkowitz, L. (1996). Agresión: causas, consecuencias y control. España: Desclée de Brouwer.
4. Bortolato, M., Pivac, N., Seler, D. M., Perkovic, M. N., Pessia, M., & Di Gio vanni, G. (2013). The role of the serotonergic system at the interface of aggression and suicide. USA: Neuroscience, 236, 160–185. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2013.01.015
5. Carver CS, Johnson SL, Joormann J. Serotonergic function, two mode-models of self-regulation, and vulnerability to depression: what depression has in common with impulsive aggression. (2008) Psychol Bull; 134: 912-43.
6. Doi: 10.1037 / a0013740
7. Caspi, A., Sugden, K., Moffitt, T. E., Taylor, A., Craig, I. W., Harrington, H., & Poulton, R. (2013). Influence of life stress on depression: Moderation by a polymorphism in the 5-HTT gene. Science, 301, 386–389. Obtenido de <http://science.sciencemag.org/content/301/5631/386>

8. Coccaro, E. F., Fanning, J. R., Phan, K. L., & Lee, R. (2015). Serotonin and impulsive aggression. *USACNS Spectrums*, 20, 295–302 DOI: 10.1017/S1092852915000310
9. Conway, C. C., Keenan-Miller, D., Hammen, C., Lind, P. A., Najman, J. M., & Brennan, P. A. (2012). Coaction of stress and serotonin transporter genotype in predicting aggression at the transition to adulthood. *USA Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 41, 53–63. DOI: 10.1080/15374416.2012.632351
10. Davidson RJ, Putnam KM, Larson CL. (2000) Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation –a possible prelude to violence. *Science*, 289: 591-4. DOI: 10.1126/science.289.5479.591
11. De la Peña Fernández, María Elena. (2005) Conducta antisocial en adolescentes. Factores de riesgo y de protección. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral.
12. Duke, A. A., Bègue, L., Bell, R., & Eisenlohr-Moul, T. (2013). Revisiting the serotonin-aggression relation in humans: A meta-analysis. *USA Psychological Bulletin*, 139, 1148–1172. DOI: 10.1037/a0031544
13. Eisenberg, N., Hofer, C., & Vaughan, J. (2007). Effortful Control and its socioemotional consequences. En J. J. Gross (Ed.), *Handbook of Emotion Regulation* (1 ed., págs. 287–306 [654]). New York [us]: Guilford Press.
14. Gil-Verona et al. (2002) Psicobiología de la conducta Agresiva. *Anales de psicología* vol. 18, nº 2 (diciembre), 293-303. Universidad de Murcia. España.
15. Ghashghaei, H. T., Hilgetag, C. C. y Barbas, H. (2007). Sequence of information processing for emotions based on the anatomic dialogue between prefrontal cortex and amygdala. *USA Neuroimage*. 34, 905–923. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.09.046>
16. Hoptman, M. J. (2003). Neuroimaging studies of violence and antisocial behavior. *USA Journal of Psychiatric Practice*, 9, 265–278, DOI: 10.1097/00131746-200307000-00002
17. Krug, y. Dahlberg, L et. al. (2003) Informe Mundial sobre la Violencia y la Salud. Organización Mundial de la salud. EUA.
18. Lee V, Hoaken PN. (2007) Cognition, emotion, and neurobiological development: mediating the relation between maltreatment and aggression. *The University of Western Ontario Child Maltreat* 2007; 12: 281-98 DOI:10.1177/1077559507303778
19. Matthies, S., Rüsçh, N., Weber, M., Lieb, K., Philipsen, A., Tuescher, O., Et al (2012). Small amygdala - high aggression? The role of the amygdala in modulating aggression in

- healthy subjects. USA *The World Journal of Biological Psychiatry*,13, 75–81, DOI: 10.3109/15622975.2010.541282
20. Meyer-Lindenberg, A., Buckholtz, J. W., Kolachana, B., R. Hariri, A., Pezawas, L., Blasi, G., Weinberger, D. R. (2006). Neural mechanisms of genetic risk for impulsivity and violence in humans. USA. *PNAS*, 103(16), 6269-6274. DOI:10.1073/pnas.0511311103
21. McGowan PO, Sasaki A, D'Alessio AC, Dymov S, Labonte B, Szyf M, et al. (2009) Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse. *Nat Neurosci.* 12: 342-48. Canada <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2944040/>
22. Moyer, K. E. (1976). *The Psychology of Aggression*. New York: Harper & Row.
23. Moya Albiol, Luis. (2015) *Neurocriminología. Psicobiología de la Violencia*. Ediciones Pirámide. Universidad de Valencia. España
24. Moya Albiol L y Mesa-Gresa P.8(2013) *Neurobiología del maltrato infantil: el ciclo de la Violencia*. *Revista de Neurología*, Barcelona 52: 489-503. DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.5208.2009256>
25. Ng, Y. T., Hastriter, E. V., Wethe, J., Chapman, K. E., Prenger, E. C., Prigatano G. P., . . . Kerrigan, J. F. (2013). Surgical resection of hypothalamichamartomas for severe behavioral symptoms. *Epilepsy y Behavior*, USA.20, 75–78 <http://dx.doi.org/10.1016/j.yebeh.2010.10.027>
26. Ortega-Escobar, J., y Alcázar-Córcoles, M. Á. (2016). *Neurobiología de la agresión y la violencia*. *Anuario de psicología jurídica*, Universidad Autónoma de Madrid 26(1), 60-69. DOI: 10.1016/j.apj.2016.03.001
27. Pacheco de la Cruz, JL. (2017). *Enfoque criminológico de la conducta agresiva y su etiología hormonal*. *VOX JURIS*, Lima (Perú) 33 (1): 159-165.
28. Patrick, C. J. (2015). *Physiological correlates of psychopathy, antisocial personality disorder, habitual aggression, and violence*. *Currents Topics in Behavioral USA.Neuroscience*, 21, 197–227, <http://dx.doi.org/10.1007/7854> 2014 345
29. Raine A. (2002). *Psicopatía, violencia y neuroimagen*. En Raine A, Sanmartín J, eds. *Violencia y psicopatía*. Barcelona: Ariel; p. 59-88. <http://gip.uniovi.es/docume/comentario1.pdf>.

30. Rebollo-Mesa et al (2010). Genética de la Violencia Humana. *Revista de Neurología, Barcelona España* 50: 533-40. DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.5009.2009337>
31. Rosell, D. R. y Siever, L. (2015). The neurobiology of aggression and violence. *USA CNS Spectrums*, 20, 254–279. DOI: 10.1017 / S109285291500019X
32. Sepúlveda Rojas y Morenos Paris. *Psicobiología de la Agresión y la Violencia* (2017) *Revista Iberoamericana de Psicología España issn-l:2027- 1786*, 10(2), 157-166. <https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.10206>
33. Siegel Allan y, Victoroff Jeff. (2009). Understanding human aggression: new insights from neuroscience. *USA International Journal off Law and Psychiatry* 32 pag. 209–215.Elsevier. DOI: 10.1016/j.ijlp.2009.06.001
34. Siever LJ. (2008) Neurobiology of aggression and violence. USA. *Am J Psychiatry* Abril; 165 (4): 429–442. Doi: 10.1176 / appi.ajp.2008.07111774
35. Takahashi, A., Quadros, I. M., de Almeida, R. M., y Miczek, K. A. (2010). Brain serotonin receptors and transporters: initiation vs termination of escalated aggression. *Psychopharmacology, Berlín* 213(0), 183–212. DOI:10.1007/s00213-010-2000-
36. Teodorovic, S., y Uzelac, B. (2015). Genetic basis of aggression: Overview and implications for legal proceedings. *Serbia Romanian Journal of Legal Medicine*, 23, 193–202. DOI:10.4323/rjlm.2015.193
37. Teicher M H, Tomoda A, Andersen S L. et al. (2006) Neurobiological consequences of early stress and childhood maltreatment: are results from human and animal studies comparable? *Annals of the New York Academy Science*; 1071: 313-23. DOI: 10.1196/annals.1364.024
38. Teicher MH, Dumont NL, Ito Y, Vaituzis C, Giedd JN, Andersen SL. (2004) Childhood neglect is associated with reduced corpus callosum area. USA. *Biol Psychiatry* 2004; 56: 80-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.03.016>
39. Teicher MH, Andersen SL, Polcari A, Anderson CM, Navalta CP. (2002) Developmental neurobiology of childhood stress and trauma. *Psychiatric Clin North America USA*; 25:397-426. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0193953X0100003X> DOI: 10.1016/s0193-953x(01)00003-x
40. Timbie, C. y Barbas, H. (2014). Specialized pathways from the primate amygdala to posterior orbitofrontal cortex. *Estados Unidos Journal of Neuroscience*, 34, 8106–8118.

41. <http://dx.doi.org/10.1523/> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19162332/>.
42. Weniger G, Lange C, Sachsse U, Irle E. (2008) Amygdala and hippocampal volumes and cognition in adult survivors of childhood abuse with dissociative disorders. *Acta Psychiatrica Scandinavica Germany*; Vol.118: 281-290. DOI: 10.1111/j.1600-0447.2008.01246.x

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).