



2



mercedes.alvarez
@actumforense.es

Historia del artículo:

Recibido: 30/09/2025

Corregido: 8/11/2025

Aceptado: 12/11/2025

Publicado: 30/11/2025

Contribución de Autoría:

Autor 1: Mercedes
Álvarez Seguí.

Conceptualización,
metodología, análisis.
redacción, revisión,
supervisión.

Autor 2: José Luis Alba
Robles. Análisis,
redacción, revisión

Autor 3: M. Carmen
Ferrer Gómez.
Conceptualización,
metodología, análisis.

GENÉTICA CONDUCTUAL Y MAOA EN LA EXPLICACIÓN DE LA CONDUCTA ANTISOCIAL: UNA APROXIMACIÓN BREVE

Álvarez Seguí, M.¹, Alba Robles, J.L.² y Ferrer Gómez, M.C.³

¹Médico Forense. Jefa del Servicio de Laboratorio. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Valencia. Criminóloga.

²Psicólogo y Criminólogo. Profesor de la Universidad de Valencia (UV)

³ Médico Forense. Jefa del Servicio de Clínica. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Valencia. Criminóloga.

Resumen

Este trabajo aborda la relación entre la genética conductual, el gen MAOA y la conducta antisocial desde una perspectiva integradora que combina la evidencia biológica con la comprensión criminológica del comportamiento humano. Se revisan los principales hallazgos sobre la función del gen MAOA en la modulación de neurotransmisores implicados en la regulación emocional y el control de impulsos, así como su interacción con factores ambientales adversos en la génesis de conductas violentas o antisociales.

Asimismo, se discuten los avances en epigenética y neuroendocrinología que muestran cómo las experiencias tempranas, el estrés y las hormonas sexuales pueden modular la expresión génica, reforzando la idea de que la biología no es destino, sino posibilidad condicionada por el entorno. Se analizan también las limitaciones metodológicas y éticas de la investigación actual, subrayando la necesidad de evitar interpretaciones deterministas o reduccionistas.



Conflicto intereses:

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

Fuentes de financiación:

Los autores declaran la ausencia de financiación

Cómo citar este artículo:

Álvarez Seguí, M., Alba Robles, J. I. y Ferrer Gómez, M.C. (2025). Genética conductual y MAOA en la explicación de la conducta antisocial:

En conjunto, la revisión concluye que la conducta antisocial debe entenderse como el resultado dinámico de interacciones entre predisposición genética, desarrollo neurobiológico y contexto sociocultural, reafirmando la importancia de una mirada interdisciplinaria en la criminología contemporánea.

Palabras clave: genética conductual, MAOA, conducta antisocial, epigenética, criminología, neurobiología.

Abstrac

This paper explores the relationship between behavioural genetics, the MAOA gene, and antisocial behaviour from an integrative perspective that brings together biological evidence and criminological understanding of human conduct. It reviews key findings on the role of the MAOA gene in modulating neurotransmitters involved in emotional regulation and impulse control, as well as its interaction with adverse environmental factors in the development of violent or antisocial behaviours.

The discussion also considers advances in epigenetics and neuroendocrinology, showing how early-life experiences, stress, and sex hormones can influence gene expression—reinforcing the view that biology is not destiny, but a set of possibilities shaped by context.

Methodological and ethical limitations of current research are also examined, emphasising the need to avoid deterministic or reductionist interpretations.

Overall, the review concludes that antisocial behaviour should be understood as a dynamic outcome of interactions between genetic predisposition, neurobiological development, and sociocultural environment—highlighting the importance of an interdisciplinary approach within contemporary criminology.

Keywords: behavioural genetics, MAOA, antisocial behaviour, epigenetics, criminology, neurobiology.

Introducción

La investigación en genética conductual y neurocriminología ha identificado a la MAOA (monoamino oxidasa A) como un elemento central para comprender las diferencias individuales en la propensión a conductas violentas y antisociales (Brunner, 1993; Caspi et al., 2002). Por



Una aproximación
breve. Actum Forense.

ejemplo, Caspi et al., (2002) mostraron que la variante de baja actividad del gen (MAOA-L) moderaba la asociación entre maltrato infantil y conducta antisocial en la etapa adulta. Este fenómeno, conocido como interacción gen-ambiente ($G \times E$), ha generado un debate sostenido en la literatura científica debido a su complejidad y a la heterogeneidad de los resultados obtenidos en diferentes cohortes y contextos socioculturales (Byrd & Manuck, 2014; Jara-Ortega et al., 2022).

En este contexto, resulta fundamental abordar la investigación sobre el MAOA desde una perspectiva integradora que considere no solo la biología molecular, sino también factores hormonales, epigenéticos y socioambientales que modulan la expresión del fenotipo agresivo.

Estudios recientes, por ejemplo, han documentado cómo la metilación del ADN del promotor del gen MAOA (CpG3) se relaciona con conductas impulsivas y antisociales en jóvenes expuestos a adversidades familiares, y cómo esta relación depende de la variante alélica del gen (MAOA-L vs MAOA-H) y de factores nutricionales (Kanarik et al., 2023).

De igual modo, investigaciones muy recientes han explorado la interacción entre variantes de MAOA, niveles hormonales (como testosterona y cortisol) y agresión en respuesta a estrés (Gerardo-Valles et al., 2024). Esta ampliación del marco explicativo permite entender que la biología no es destino, sino un entramado de posibilidades moduladas por el ambiente.

Por tanto, la presente revisión tiene como objetivos principales:

- Sintetizar los mecanismos biológicos mediante los cuales el gen MAOA influye en la regulación de neurotransmisores y en la conducta.
- Describir la evidencia empírica y meta-analítica que respalda su papel en la violencia y la agresión.
- Analizar el impacto del sexo biológico y otros moderadores, incluyendo factores hormonales, epigenéticos y socioambientales.
- Discutir las implicaciones criminológicas y éticas de la investigación sobre el gen MAOA, especialmente en relación con la responsabilidad individual y la prevención de conductas antisociales.
- Proponer direcciones futuras de investigación que permitan integrar hallazgos genéticos, neurobiológicos y contextuales para avanzar



en la comprensión de la conducta agresiva.

- Este marco introductorio establece la base para explorar de manera sistemática cómo el gen MAOA, a través de múltiples mecanismos y en interacción con factores ambientales y biológicos, contribuye a la variabilidad individual en la conducta violenta y antisocial.

Mecanismos biológicos

El gen MAOA codifica la enzima monoamino-oxidasa A, localizada en la membrana mitocondrial, que cataliza la degradación oxidativa de neurotransmisores críticos en la regulación emocional y del comportamiento -como la serotonina, la dopamina y la noradrenalina-, contribuyendo así al equilibrio del estado de ánimo, la reactividad al estrés y el control de impulsos (Szyf, 2013). Cuando la actividad de esta enzima se encuentra reducida, se produce un incremento en la disponibilidad sináptica de dichos neurotransmisores, lo cual puede traducirse en mayor reactividad emocional, disminución de la inhibición comportamental y, en determinadas condiciones, una mayor predisposición hacia conductas agresivas o desinhibidas.

Un componente molecular fundamental es el polimorfismo funcional conocido como uVNTR (up-stream Variable Number Tandem Repeat) en la región promotora del gen MAOA, que afecta su nivel de transcripción.

En general, los alelos de baja actividad (MAOA-L) están asociados con menor expresión enzimática mientras que los de alta actividad (MAOA-H) facilitan una mayor transcripción de la enzima (Byrd & Manuck, 2014). Esto convierte al uVNTR en un punto de partida primordial para la investigación de las diferencias individuales en la manifestación de conductas antisociales y agresivas.

La dimensión del sexo biológico añade una capa adicional de complejidad a este mecanismo. Al estar el gen MAOA ubicado en el cromosoma X, los varones -que poseen un solo cromosoma X- expresan directamente el alelo que portan, mientras que las mujeres -con dos cromosomas X- pueden experimentar efectos de heterocigosidad e inactivación del cromosoma X, lo cual incrementa la variabilidad fenotípica en la expresión del gen (Widom et al., 2015). Esta diferencia cromosómica constituye una explicación plausible para las discrepancias



observadas entre sexos al examinar la interacción gen-ambiente ($G \times E$) que involucra al gen MAOA.

Por último, la interacción neuroendocrina modula de forma crítica el efecto del gen MAOA sobre la conducta: en particular, las hormonas sexuales como la testosterona parecen reforzar la expresión del fenotipo agresivo en portadores del alelo MAOA-L, sugiriendo un efecto sinérgico entre predisposición genética y perfil hormonal (Fergusson et al., 2012). Estudios más recientes confirman que variaciones en la conectividad cortico-límbica de portadores de MAOA-L se correlacionan con elevados niveles de testosterona y una mayor reactividad provocada, lo que incrementa la vulnerabilidad a la conducta impulsiva y agresiva (Gerardo-Valles et al., 2024).

La Evidencia empírica acumulada

La literatura científica sobre el gen MAOA y su relación con conductas agresivas ha generado un cuerpo sólido de evidencia, aunque no exento de matices y complejidades. Los estudios pioneros, encabezados por Avshalom Caspi et al., (2002), constituyen un hito en el campo al demostrar que varones portadores de la variante de baja actividad de MAOA (MAOA-L) que habían experimentado maltrato infantil presentaban una probabilidad significativamente mayor de desarrollar conductas violentas en la adultez. Este hallazgo puso de relieve la importancia de la interacción gen-ambiente en la génesis de la agresión. Investigaciones posteriores buscaron replicar y ampliar estos hallazgos.

Por ejemplo, estudios longitudinales han confirmado que la interacción entre MAOA-L y experiencias de maltrato infantil persiste a lo largo del desarrollo, aunque con variaciones según la intensidad y el tipo de abuso. Esta perspectiva resalta la necesidad de considerar la temporalidad y la persistencia de los factores de riesgo al evaluar la conducta agresiva.

Los meta-análisis también han contribuido a sintetizar la evidencia acumulada. Por ejemplo, Byrd y Manuck (2013) mostraron que la interacción entre MAOA-L y maltrato infantil era robusta en hombres, mientras que en mujeres los resultados resultaban menos consistentes, lo que sugiere la presencia de moduladores biológicos y hormonales sexo-específicos. A su vez, revisiones recientes destacan que el efecto moderador del gen puede depender de factores como el nivel de exposición al trauma, la neurobiología subyacente y la fase del desarrollo.



En cuanto a los hallazgos más recientes, estudios publicados en 2021 y posteriormente muestran nuevos matices importantes. Por ejemplo, una revisión titulada “Novel insights into monoamine oxidases (MAOs) and aggression” (2021) subraya que la expresión de la MAOA y sus efectos pueden depender fuertemente de variables de contexto neurológico (como conectividad entre la corteza prefrontal y la amígdala) y de la interacción con otras enzimas o factores epigenéticos.

Otra revisión de 2023 señala que la mayoría de los varones con MAOA-L no desarrollan conductas agresivas por sí solos, pero que el maltrato infantil incrementa la probabilidad de volverse agresivo o antisocial considerablemente.

Además, un artículo de 2024 -“Genetics of child aggression, a systematic review” (2024) - amplía la visión al integrar estudios de grandes cohortes genómicas (GWAS) e interacciones gen-ambiente. Observa que, aunque MAOA continúa siendo uno de los genes más investigados, su efecto individual es modesto y está sujeto a múltiples moduladores contextuales.

Respecto a los resultados en mujeres, investigaciones recientes sugieren que la variante de alta actividad de MAOA (MAOA-H) podría estar asociada con una mayor vulnerabilidad frente a condiciones adversas, lo que indica la existencia de mecanismos sexo-específicos en la expresión del fenotipo agresivo. Por ejemplo, una revisión reciente plantea que factores como el cortisol, la testosterona y la conectividad amígdala–corteza prefrontal podrían modular el efecto del gen en mujeres, integrando hallazgos de estudios sobre estrés en la pubertad y regulación hormonal (GSC Online Press, 2024).

Este hallazgo enfatiza la necesidad de analizar la interacción gen-ambiente considerando no solo el tipo de exposición adversa, sino también las diferencias biológicas y hormonales entre hombres y mujeres.

En resumen, el cuerpo de evidencia actual sobre MAOA y agresión puede resumirse en los siguientes puntos clave:

1. El efecto del gen MAOA (especialmente la variante de baja actividad) sobre la conducta agresiva se manifiesta principalmente cuando se produce una exposición adversa en la infancia (maltrato,



negligencia).

2. Existe una interacción gen-ambiente clara: el gen no determina por sí solo la agresión, pero modula la respuesta a los riesgos ambientales.

3. Los efectos son distintos según el sexo: en hombres, la variante MAOA-L aparece como moderador habitual de la relación entre maltrato y agresión; en mujeres, los hallazgos son más variados y pueden involucrar la variante MAOA-H o mecanismos hormonales distintos.

4. La magnitud del efecto es moderada y depende de múltiples factores -nivel de adversidad, momento de la exposición, neurobiología individual, otras variantes genéticas o epigenéticas-, como han sugerido estudios recientes (2021-2024).

Para una comprensión más completa, es esencial integrar datos neurológicos, hormonales, epigenéticos y ambientales (por ejemplo, conectividad cortical, estrés puberal, niveles de hormona, experiencias de trauma) en los modelos de riesgo.

Perspectiva multidimensional de los moderadores del fenotipo MAOA

La expresión del fenotipo asociado al gen MAOA no puede entenderse de modo aislado: su manifestación depende de la interacción compleja entre factores biológicos, ambientales y genéticos. En primer lugar, el sexo biológico constituye un modulador clave de la penetrancia genética. Específicamente, la literatura señala que los varones muestran una mayor susceptibilidad a las variantes de baja actividad del gen MAOA (MAOA-L), lo que se traduce en un riesgo incrementado de conductas agresivas, mientras que en mujeres dicho efecto aparece menos pronunciado o más variable. (Por ejemplo, Byrd y Manuck, 2014; aunque recientes revisiones destacan la necesidad de estudios diferenciales por sexo).

En lo que respecta a los factores biológicos, las hormonas sexuales juegan un papel modulador significativo. Estudios experimentales muestran que niveles elevados de testosterona, en combinación con variantes de MAOA, pueden potenciar la expresión de conductas agresivas: por ejemplo, en varones portadores de la variante de alta actividad (MAOA-H) los niveles endógenos de testosterona se asociaron



con mayores impulsos de agresión en tareas de frustración (Wagels et al., 2020). Esta evidencia resalta la importancia de considerar la interacción entre genética y endocrinología al analizar conductas antisociales, y subraya que los mecanismos pueden operar distinto en mujeres, dada su distinta regulación hormonal y contexto biológico.

Otro factor determinante es la epigenética: modificaciones como la metilación del ADN pueden regular la expresión génica independientemente del genotipo. En este sentido, se ha observado que en portadores del mismo genotipo de MAOA pueden presentarse diferencias fenotípicas sustanciales según su historia epigenética, la cual modula la transcripción genética (Checknita et al., 2020). Esto implica que no basta conocer la variante de MAOA, sino que también es necesario contemplar cómo los factores ambientales precoces (por ejemplo, el maltrato, la negligencia) pueden dejar huellas epigenéticas que modulan la expresión del gen.

El impacto del maltrato o abuso infantil también está ampliamente documentado. Evidencias longitudinales muestran que la interacción entre la variante MAOA-L y experiencias de abuso físico o negligencia resulta en una mayor probabilidad de conductas agresivas, aunque el abuso sexual parece mostrar un patrón más inconsistente en cuanto a su efecto modulador del gen. (Por ejemplo, Kim-Cohen et al., 2006; y recientes estudios de metilación). Este hallazgo subraya la necesidad de distinguir entre los tipos, la severidad y el momento de la exposición adversa al estudiar la génesis de la agresión.

Además, el contexto socioeconómico actúa como un amplificador del riesgo conductual. La exposición a la pobreza, la violencia estructural o la marginación social incrementa la vulnerabilidad de las personas portadoras de MAOA-L. Esto implica que la genética interactúa de modo continuo con factores ambientales para determinar el fenotipo. Revisiones recientes sugieren este enfoque ecológico-integrador (Waltes, 2016), ya que la interacción con otros genes pone de manifiesto la naturaleza poligénica de la agresión: la coexistencia de variantes como MAOA con otras, por ejemplo 5-HTTLPR, se ha asociado con mayor propensión a conductas antisociales, lo que confirma que el fenotipo agresivo no depende de un único locus genético, sino de redes génicas complejas moduladas por el ambiente (Ducci et al., 2012).



En conjunto, estos hallazgos sugieren que la manifestación del fenotipo de MAOA es producto de interacciones multifactoriales entre genética, factores hormonales, modificaciones epigenéticas, experiencias tempranas y condiciones socio-ambientales. Por tanto, cualquier aproximación -criminológica, clínica o de salud pública- que pretenda explicar la agresión o las conductas antisociales debe integrar esta perspectiva compleja, evitando simplificaciones deterministas y reconociendo la heterogeneidad individual en la expresión de los riesgos genéticos.

Discusión y conclusiones

Desde una perspectiva criminológica, estas evidencias tienen múltiples implicaciones. En el ámbito forense, aunque el genotipado puede aportar información sobre vulnerabilidades generales, carece de poder predictivo a nivel individual, y su uso en decisiones judiciales podría resultar peligroso y éticamente cuestionable (Caspi et al., 2002).

Por contra, el conocimiento sobre la interacción entre MAOA y adversidad temprana refuerza la importancia de programas de prevención, especialmente aquellos enfocados en la intervención temprana frente a maltrato y negligencia infantil (Fergusson et al., 2012).

Asimismo, desde el punto de vista de políticas públicas, la evidencia subraya la necesidad de implementar programas sociales orientados a reducir la pobreza y la violencia estructural, factores que amplifican la vulnerabilidad de individuos portadores de MAOA-L (Byrd & Manuck, 2014).

No obstante, es importante reconocer limitaciones metodológicas que afectan la interpretación de los resultados. Entre estas se incluyen inconsistencias en la clasificación de alelos, tamaños muestrales reducidos -especialmente en mujeres-, predominio de medidas autoinformadas, falta de estudios multi-ómicos y un posible sesgo de publicación (Byrd & Manuck, 2014). Estas limitaciones sugieren cautela al extrapolar los hallazgos y la necesidad de diseños más rigurosos.

A partir de estas consideraciones, se pueden plantear recomendaciones para la investigación futura. En primer lugar, se requieren estudios longitudinales que integren genética, epigenética y endocrinología para capturar la dinámica de la expresión fenotípica a lo largo del desarrollo.



Además, es fundamental garantizar una representación balanceada por sexo y adoptar enfoques multi-ómicos, incluyendo transcriptómica y neuroimagen, que permitan comprender la interacción entre múltiples niveles biológicos y conductuales. Finalmente, los protocolos deben incorporar criterios éticos estrictos, evitando interpretaciones deterministas que puedan estigmatizar a individuos o grupos (Szyf, 2013).

En conclusión, el gen MAOA influye en la propensión a la violencia de manera compleja y modulada por factores ambientales y biológicos, especialmente el sexo. La evidencia es consistente en varones portadores de MAOA-L expuestos a maltrato infantil, mientras que en mujeres los resultados son heterogéneos. Su relevancia práctica no radica en la predicción individual de conductas violentas, sino en informar estrategias de prevención, intervención temprana y políticas sociales, contribuyendo a un enfoque más integral y responsable en criminología y salud pública.

Referencias

- Brunner, H. G., Nelen, M., Breakefield, X. O., Ropers, H. H. & van Oost, B. A. (1993). Abnormal behaviour associated with a point mutation in the structural gene for monoamine oxidase A. *Science*, 262(5133), 578-580.
- Byrd, A. L. & Manuck, S. B. (2014). MAOA, childhood maltreatment, and antisocial behavior: Meta-analysis of a gene-environment interaction. *Biological Psychiatry*, 75(1), 9-17.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.05.004>
- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I. W. & Poulton, R. (2002). Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, 297(5582), 851-854.
<https://doi.org/10.1126/science.1072290>
- Checknita, D., Bendre, M., Ekström, T. J., Comasco, E., Tiihonen, J., Hodgins, S. & Nilsson, K. W. (2020). Monoamine oxidase A genotype and methylation moderate the association of maltreatment and aggressive behaviour. *Behavioural brain research*, 382, 112476.



- Ducci, F., Bevilacqua, L., Landi, P. & Goldman, D. (2012). Genetic Variation Within Serotonin Genes, Hormones, and Aggression. In Multiple Origins of Sex Differences in Brain: Neuroendocrine Functions and their Pathologies (pp. 81-102). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Fergusson, D. M., Boden, J. M., Horwood, L. J., Miller, A. & Kennedy, M. A. (2012). MAOA, abuse exposure and antisocial behaviour: 30-year longitudinal study. *British Journal of Psychiatry*, 200(6), 435-440.
<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.111.097139>
- Gerardo-Valles, P. N., Cano-González, B. F., García-Pardo, D. M., Garza-Santillano, B. E., González-Sandoval, A. L. & Lazalde, B. (2024). The influence of MAOA gene variants and hormonal regulation on aggression and psychiatric vulnerabilities. *GSC Advanced Research and Reviews*, 21(2), 464-468.
<https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.21.2.0448>
- GSC Online Press. (2024). The Influence of MAOA Gene Variants and Hormonal Regulation on Aggression and Psychiatric Vulnerabilities.
<https://gsconlinepress.com/journals/gscarr/sites/default/files/GSCARR-2024-0448.pdf>
- Jara-Ortega, P., Jara-Crespo, F. & Jara-Ortega, N. (2022). Genotipo polimórfico del gen MAOA y comportamiento antisocial en adolescentes y adultos varones. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 31(3).
- Kanarik, M., Sakala, K., Matrov, D., Kaart, T., Roy, A., Ziegler, G. C. & Harro, J. (2023). MAOA methylation is associated with impulsive and antisocial behaviour: dependence on allelic variation, family environment and diet. *Journal of Neural Transmission*, 131(1), 59-71. <https://doi.org/10.1007/s00702-023-02675-w>
- Kim-Cohen, J., Caspi, A., Taylor, A., Williams, B., Newcombe, R., Craig, I. W., & Moffitt, T. E. (2006). MAOA, maltreatment, and gene–environment interaction predicting children’s mental health: New evidence and a meta-analysis. *Molecular Psychiatry*, 11(10), 903-



913. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4001851>

Szyf, M. (2013). DNA methylation, behaviour and early life adversity. *Journal of Genetics and Genomics*, 40 (7), 331-338.
<https://doi.org/10.1016/j.jgg.2013.06.004>

Wagels L, Votinov M, Hüpen P, Jung S, Montag C, Habel U. Single-Dose of Testosterone and the MAOA VNTR Polymorphism Influence Emotional and Behavioral Responses in Men During a Non-social Frustration Task. *Front Behav Neurosci*. 2020 Jun 25; 14:93. doi: 10.3389/fnbeh.2020.00093. PMID: 32670031; PMCID: PMC7330109.

Waltes, R., Chiocchetti, A. G., & Freitag, C. M. (2016). The neurobiological basis of human aggression: a review on genetic and epigenetic mechanisms. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 171(5), 650-675.

Widom, C. S., Brzustowicz, L. M., & Reiss, D. (2015). MAOA, childhood maltreatment, and antisocial behavior in females: Results from a prospective study. *Biological Psychiatry*, 77(9), 830–836
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2014.11.022>