

Las Neurociencias Forenses: El nuevo Paradigma Penal

Forsensic Neurosciences: The New Criminal Paradigm

Alemán Ortiz Omar Felipe ^{1,2}

¹Perito en Medicina Forense. Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. Coordinación General de Investigación Forense y Servicios Periciales. Ciudad de México, México.

²Académico Docente. Universidad Tecnológica de México – UNITEC MÉXICO – Campus Atizapán, Estado de México, México.

Correspondencia: Dr. Omar Felipe Alemán Ortiz -- faleman.o@gmail.com

Recibido: 08-12-2020

Aceptado: 26-01-2021

Resumen

Las neurociencias están en medio de un resurgimiento del interés en la dimensión biológica de los estados mentales y la conducta humana, aún más con su introducción en el ámbito de la criminología biosocial y el sistema penal. La introducción de nuevas disciplinas en el ámbito penal representa un reto al momento de validarlas como una herramienta útil para el proceso, dado que cada vertiente tendrá puntos a favor y en contra de ellas, por lo cual es fundamental analizar de forma crítica la utilidad, viabilidad y grado de certeza que ofrezcan dichas disciplinas. Al margen de las neurociencias forenses, resulta predominante analizarlas de forma integral, biológica, psicológica, ética y legal, con la finalidad de que las aportaciones que esta rama ofrezca al estado de derecho sean objetivas y aptas para el sistema penal de cada circunstancia temporal y social en que se implementen.

Palabras claves

Neuroderecho; Neurociencias; Medicina forense; Neurociencias forenses.

Fuente: DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud)

Abstract

Neurosciences are in the midst of a resurgence of interest in the biological dimension of human mental states and behavior, even more so with the introduction of biosocial criminology and the penal system into the field. The introduction of new disciplines in the criminal field represents a challenge when validating them as a useful tool for the process, given that each aspect will have points for and against them, which is why it is essential to critically analyze the usefulness, viability and degree of certainty offered by these disciplines. Apart from forensic neurosciences, it is predominant to analyze them in an integral, biological,

psychological, ethical and legal way, so that the contributions that this branch offers to the rule of law are objective and suitable for the criminal system of each temporary and social circumstance in which they are implemented.

Key words

Neurolaw; Neuroscience; Legal medicine; forensic neuroscience

Source: MeSH (Medical Subject Headings)

INTRODUCCIÓN

Los paradigmas en la aplicación de la justicia en México y en el mundo han tomado diversos rumbos con base a la evolución social, así como el avance tecnológico que ha crecido exponencialmente en los últimos años. Ejemplo de este crecimiento son los grandes avances y descubrimientos realizados en el campo de las neurociencias en la última década; siendo que ya hace más de veinte años que Estados Unidos proclamara la “Década del Cerebro”¹.

La investigación en el funcionamiento de las diversas áreas del cerebro, así como su interacción con el medio ambiente y las relaciones sociales, han impactado en la mayoría de los casos, de forma positiva tanto en el ámbito médico, social y actualmente ganando terreno en el ambiente legal y penal. Con base en ello, las nuevas formas de estudio del cerebro (imagenología, genómica y neurofisiología), han permitido observar, estudiar y analizar las diferentes manifestaciones cerebrales ante determinados estímulos, así como también conocer las áreas cerebrales que están involucradas en ciertas funciones cognoscitivas², así como estudiar las disfunciones de dichas áreas con la finalidad de desarrollar técnicas diagnósticas y planes terapéuticos, en fin último del derecho, poder determinar si estas alteraciones son causantes o contribuyentes de actividades o comportamientos que pudieran llegar a propiciar un actuar delictuoso³.

EL NEURODERECHO Y LA FILOSOFÍA DEL DERECHO

El término *Neurolaw* se utilizó por primera vez en la publicación “*Neuropsychologists and neurolawyers*”, en la cual se interrelacionaba la neuropsicología, neurohabilitación y el derecho civil en casos de personas con antecedentes de traumatismo craneoencefálico, y su relación con implicaciones jurídicas en los juzgados⁴. El neuroderecho ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años en diferentes países⁵, teniendo un gran número de publicaciones científicas relacionadas con las neurociencias y el derecho las cuales han aumentado en la última década

El neuroderecho se ha originado como disciplina anexa al ámbito legal debido al impacto que han tenido las neurociencias en los últimos años, siendo a su vez una disciplina con grandes oportunidades, pero aún desconocida para el área del derecho. Tal ha sido el impacto de oportunidades de su aplicación al ámbito penal, que el desarrollo de investigación de esta ciencia se ha enfocado recientemente a fortalecer los nexos de esta con el derecho e incitar a las ciencias jurídicas a compaginar esto con su actuar técnico y teórico, siendo este el nexo entre ambas disciplinas desde el cual los descubrimientos y hallazgos de las

neurociencias acerca del comportamiento social, la libertad y el determinismo, deben proveer herramientas para esclarecer los numerosos problemas sociales que tenemos actualmente y en particular sobre la Teoría de la culpabilidad en el Derecho Penal y la imputación objetiva.

En el ámbito legal, los descubrimientos actuales en las neurociencias no han sido del todo indiferentes, adaptando así un prefijo que uniera ambas ciencias en un nuevo y polémico paradigma, en tenor de que la sociedad actual tiende a reforzar su actuar y decisión bajo una tendencia de justificación objetiva. Sin embargo, antes de aterrizar los conocimientos y teorías de las neurociencias al campo del Derecho Positivo, es necesario que establezca este conocimiento normado con base en la Neuroética, con la finalidad de ofrecer mayor claridad y operatividad conceptual, así como autonomía epistémica, estableciendo así límites entre lo permitido y lo prohibido mediante la regulación positiva, adecuando metodologías adecuadas de resolución a problemas legales y sociales.

Con base a lo establecido anteriormente, podemos inferir que las investigaciones en neurociencias así como sus implicaciones, ya sean científicas, legales o filosóficas han entablado un debate sustancial de importantes cuestiones, tales como la esencia fundamental del ser humano, si el ser humano es un ser biológico puramente o algo más, es decir, si su libertad es algo aparente o tangible, si existe objetivamente la responsabilidad, o si sus emociones, pensamientos y sentimientos son simplemente epifenómenos de los sistemas neurobiológicos.

Toda vez que la Filosofía del Derecho tiene la facultad de establecer el significado y el sentido del Derecho con relación al cerebro. Con base en ello, el iusnaturalismo lo haría basado en la ley natural, siendo universal y absoluto; quedando así solo la posibilidad de apelar al consenso, bajo los estatutos del Contractualismo y bajo el paradigma del lenguaje, pudiendo establecer de en forma dialógica entre los mínimos comunes de justicia que pudiesen convertirse en ley pública. Por otro lado, el *iuspositivismo*, considera que la normatividad solo será obligatoria en tanto esté positivizadas, toda vez que los representantes del Derecho serán los que pauten la regulación específica en Neurociencias, acerca de lo permitido y prohibido de acuerdo a su aplicación⁶.

Concatenando la estrecha relación entre el ser y el pensar, el sentido común no orienta a analizar la postura criminal como una predisposición biológica tendiendo hacia hechos delictivos o a la ausencia supuesta de consciencia ante ciertas actitudes dentro de la sociedad, en las cuales el albedrío pudiera jugar un rol parcial dentro del debate secular entre el determinismo y la libertad. Debido a esa controversia, el sistema penal ha estandarizado los estados mentales dentro de la categoría de inimputabilidad, generando un limbo legal separando a estos individuos del sistema penal de responsabilidad por culpa consciente, refiriéndolos mediante medidas preventivas con internamientos en centros psiquiátricos sin aclarar completamente su responsabilidad. En tenor de esto, la aplicación jurídica de las neurociencias está enfocado a suministrar pruebas asociadas y aplicadas a la impartición objetiva de justicia penal.

Dado el entendimiento de la posible participación de las neurociencias en el ámbito legal, la investigación de dicha área está enfocada en los efectos de los desórdenes mentales y su participación en la toma de

decisiones y las repercusiones relevantes directas en el área de la psiquiatría psiquiátrica; debido a estos diversos investigadores discuten actualmente sobre el potencial uso de las neurociencias para determinar la responsabilidad criminal.

RESPONSABILIDAD CRIMINAL Y LA TOMA DE DECISIONES

En términos generales, se considera que los desórdenes mentales tienen como característica que éstas pueden influir de manera directa en el comportamiento de las personas generando así una especie de exención hacia la persona por no considerarlo netamente responsable de sus actos. Aunque esta premisa no se refleja de forma universal, ya que diversos autores, la legalidad y la moralidad influyen fuertemente en los desórdenes mentales confiriendo a la persona la “*habilidad de decidir*”⁷, esto basado en el modelo de toma de decisiones sugerido por Kalis, et al⁸. La primera fase es la GENERACIÓN de opciones, la segunda es la SELECCIÓN de opciones y la tercera y última fase es la INICIACIÓN de la acción. La opción es entendida basada en dos características: ser una posible acción y tener un valor afectivo para la persona involucrada⁹. En los trastornos mentales, alguna o todas las fases de la toma de decisiones se ven afectadas, aunque de cierto modo con base en la información actual no se ha determinado totalmente de los trastornos mentales afectan completamente el proceso de toma de decisiones, o si bien, las personas afectadas por estas pueden establecer vías alternas para llevar a cabo este proceso, toda vez que esta interrogante correspondería al ámbito de las neurociencias el responderla.

Con base en estas consideraciones, la psiquiatría forense evaluaría la acción de la persona probablemente responsable de un hecho delictivo, basada en tres componentes¹⁰:

- 1.- Evaluar si existió una alteración mental al momento de la acción.
- 2.- Evaluar el proceso de toma de decisiones que condujo tal acción.
- 3.- Evaluar hasta qué punto el proceso de toma de decisiones fue influenciado por el desorden mental.

En la práctica diaria, estos tres componentes no tienen necesariamente que evaluarse de forma aislada cada uno, sino que se puede entrelazar su valoración, evaluando el proceso de toma de decisiones se puede obtener información sobre si existe un desorden mental y si este influye de forma directa la toma de decisiones.

El fundamento para establecer la responsabilidad criminal frecuentemente se explica de la siguiente forma: el sistema judicial requiere dos elementos para responsabilizar a un individuo por un acto delictivo: al acto criminal como tal (*actus reus*) y la intención (*mens rea*)¹¹. Sobre esta misma línea, se puede establecer que la redacción de las leyes es, “en el momento de cometer el acto, la parte acusada estaba denunciando por tal defecto de razón, por desorden mental, como para no saber o comprender la naturaleza y la calidad del acto que esta cometiendo; o si lo sabía, que no sabía que lo estaba haciendo mal”¹².

La influencia moral y legalmente relevante del trastorno mental se refiere en última instancia a la capacidad del individuo a elegir⁷, en otras palabras, si las condiciones neuropsiquiátricas deben ser motivos de exculpación, deben afectar la capacidad del individuo para elegir.

NEUROBIOLOGÍA DEL DELITO

La agresión puede ser definida de forma adaptativa como un componente de la conducta normal que se manifiesta para la satisfacción de necesidades vitales, evitar o sobreponerse ante cualquier amenaza contra la integridad física y/o psicológica¹³. La diferencia fundamental entre agresividad y violencia radica en que la primera está enfocada en la conservación y supervivencia del individuo, siendo una conducta fisiológica normal orientada a la conservación del individuo y su especie¹⁴. La violencia por otro lado resultaría de la pérdida del valor adaptativo, consecuencia de la disfunción de los mecanismos neurobiológicos relacionados con la expresión y control de la conducta de supervivencia (agresividad), cuyo objetivo es el daño desmedido sin mediar límites y sin considerar consecuencias¹⁵. Tomando en consideración estos preceptos, la violencia resulta estar influida por factores sociales, culturales y ambientales que condicionan y moldean la conducta de los individuos expuestas a estos componentes y expresando así una conducta violenta¹⁶.

La agresividad y la violencia no son sustancialmente diferentes, al contrario, tanto la agresividad como la violencia son conductas biológicas y emocionales complejas que, dependiendo los estímulos externos y la memoria adaptativa de cada individuo, pudieran tener funciones adaptativas a eventos o ambientes exigentes o extremos que supongan un peligro para la integridad del individuo, considerándose así a ambas conductas como parte de una misma dimensión global¹⁷.

De este modo, pudiéramos considerar a la violencia como el resultado culminado de la interrelación de factores psicosociales y biológicas que interactúan moldeando la conducta resultado de eventos clave durante los cuales se va generando una memoria adaptativa creando conductas inmediatas de reacción ante determinados estímulos, y ante una exposición continua y crónica a estos estímulos, los mecanismos neurobiológicos regulados enfocados a la supervivencia (agresividad) comienzan a sufrir una disfunción generando así una conducta violenta la cuál puede ser manifestada existiendo o no un estímulo específico¹⁸.

Las conductas agresivas y/o delictivas son generalmente una respuesta condicionada al medio social. El tipo de violencia delictiva resulta reflejada como una hipersensibilidad emocional y una percepción exagerada de las amenazas, lo que pudiera interrelacionarse a un desequilibrio entre las vías inhibitorias corticales descendentes y los impulsos límbicos ascendentes¹⁹.

NEUROANATOMÍA

Corteza prefrontal

El estatuto clásico establece que la actividad de las estructuras límbicas es modulada es modulada inhibitoriamente por la corteza prefrontal orbitofrontal (COF), lo que se traduce que las actitudes agresivas son directamente proporcionales a la actividad límbica. La incidencia de agresión y violencia después de un daño cerebral oscila entre 35 a 90%²⁰. Afectaciones en el sistema límbico, corteza prefrontal ventromedial (CPFvm) y en lóbulos temporales ha sido asociado con personalidades agresivas²¹, las cuales están más asociadas con disfunción de los lóbulos frontales, los cuales son responsables de la función ejecutiva y la interacción del complejo social²². Se ha demostrado que, en individuos con tendencias violentas y antisociales, presentan una funcionalidad disminuida en la corteza prefrontal dorsolateral (dIPFC), corteza cingulada anterior y COF²³. Un estudio demostró que, en pacientes con agresividad afectiva, existía una disminución de materia gris en la región frontal del lóbulo temporal²⁴. La dIPFC, la cual es responsable del pensamiento deliberativo explícito sobre contextos/escenarios violentos, podría generar una baja regulación en la CPFvm que almacena la actitud implícita sobre la violencia reforzada a través del aprendizaje y la repetición²⁵; la CPFvm interactúa con al lóbulo temporal anterior, el cual podría servir como una zona de almacenaje para la semántica social sobre violencia en el comportamiento humano²⁶, y el lóbulo temporal posterior, el cual procesa la información visual relacionada con la violencia o agresión.

Hipotálamo

La interacción entre el hipotálamo y la sustancia gris está estrechamente relacionada con el comportamiento agresivo en los seres vivos. Diversos estudios han demostrado que existen dentro de esta interacción la regulación de la “agresión afectiva”, condicionado por respuestas emocionales típicas del sistema nervioso, y una “agresión instrumental”, el cual carece de componente emocional²⁷. La agresión afectiva es controlada por el hipotálamo medial, con proyecciones hacia el tronco encefálico donde se encuentran los centros nerviosos que controlan la expresión física del ataque²⁷; del mismo modo, la amígdala implicada en esta regulación emocional, emite estímulo excitador hacia el hipotálamo, la sustancia periacueductal dorsal del tronco encefálico, a la que envía estímulos excitadores, desde las cuales genera conexiones con el locus coeruleus y el núcleo solitario que regulan las respuestas autónomas de la “agresión afectiva”; también existen tractos excitadores con los centros nerviosos del trigémino y facial, controlando la apertura bucal y la vocalización²⁸. La agresión instrumental es regulada por el hipotálamo lateral y la sustancia gris periacueductal, los cuales reciben estímulo excitador desde la amígdala central y estímulo inhibitorio desde la amígdala medial²⁸. Estudios demuestran que al lesionar el hipotálamo posteromedial se reducía o abolía la agresividad en pacientes violentos^{28,29}. Las estructuras límbicas como son la formación hipocámpal, corteza prefrontal, amígdala y circunvolución del cíngulo modulan estrechamente la agresión a través de tractos hipotalámicos medial y lateral²⁸.

Amígdala

La amígdala esta relacionada con procesos cognitivos encargados de la cognición social, regulación emocional, procesamiento de recompensa y memoria emocional, así como en la identificación de factores amenazantes del medio ambiente (visual o auditivo) así como el procesamiento de respuesta lucha o huida mediante tractos del tronco encefálico. En individuos con afectaciones estructurales amigdalinas, muestran dificultad para el reconocimiento de señas faciales, respuestas de miedo condicionadas, lo cual es conocido como callosidad emocional³⁰. El complejo amigdaloides se subdivide según los tipos celulares que los conforman, siendo así 4 conjuntos nucleares denominados laterobasal (basolateral), centromedial (central), masas intercaladas y cortical (superficial), siendo que las masas celulares intercaladas son las encargadas del control inhibitorio de la actividad amigdalina³¹. El grupo laterobasal es coactivado con la CPFvm la cual actualiza las respuestas a contingencias, dicha información es enviada al grupo centromedial a través de las masas intercaladas, que conecta directamente con estructuras corticales y subcorticales. La interacción entre la amígdala con el hipotálamo anterior y lateral se realiza a través de dos vías denominadas estricta terminal y amigdalofuga ventral³². Estudios realizados sobre la estructura amigdalina y su relación con la agresividad, han mostrado que existe una relación directamente proporcional entre las regiones ventrales de la amígdala y las respuestas de agresión/impulsividad, así también se concluyó que la amígdala dorsal tendría una función reguladora mientras que la activación/estimulación sería mediada por la amígdala ventral con una conexión directa con la COF³³.

NEUROIMAGEN

En los últimos años se han desarrollado y perfeccionado diversos estudios de neuroimagen, haciendo énfasis en la evaluación estructural y funcional dependiendo los objetivos de cada estudio. Dentro de los estudios estructurales encontramos la tomografía computada y la resonancia magnética y los métodos funcionales son la electroencefalografía, tomografía por emisión de positrones (PET), tomografía computarizada por emisión de un solo fotón (SPECT) y la resonancia magnética funcional (fMRI).

Diversas técnicas neurocientíficas están siendo utilizadas actualmente para el estudio y análisis de estatutos legales y criminales, lo cual ha generado un gran debate acerca de la forma en que estas pruebas podrían o no ser utilizadas como evidencia científica en el ámbito legal. Los tribunales en todo el mundo se han enfrentado a las limitaciones que confiere la supuesta falta de fiabilidad en las pruebas científicas aportadas por la psiquiatría forense, lo que impide establecer un diagnóstico preciso de patología mental para su uso objetivo y epistemológico en cuestiones legales y penales³⁴. En este contexto el surgimiento de las neurociencias forenses y sus aplicaciones en las cortes penales ofrece un panorama más alentador en el uso de estas pruebas, basadas en evaluaciones psiquiátricas, evidencia neurogenética y estudios de neuroimagen como elementos cada vez más útiles para evaluar la responsabilidad penal y en determinados casos, la inimputabilidad si existiese y se comprobase una patología mental.

La técnicas de neuroimagen como parte de las neurociencias forenses aún está en sus inicios, por lo cual resulta importante desarrollar técnicas de análisis forense basados en criterios neurobiológicos y

neurofisiológicos objetivos y comprobables, aunado a una evaluación de comportamiento neuropsicológico, pudiendo englobar ambos aspectos y ofrecer un panorama más completo y fiable sobre determinadas disfunciones cerebrales de un acusado y su rol causal en el comportamiento criminal en cuestión³⁵.

En diversos casos la implementación de estudios de neuroimagen ha cobrado relevancia y a su vez escepticismo sobre su validez y aplicación técnica en asuntos penales, ejemplo de esto fue la introducción de un mapeo de la actividad eléctrica cerebral (BEAM) como defensa en un juicio para intentar acreditar psicosis y trastorno del lóbulo temporal; otro ejemplo fue en un caso donde se estableció que el comportamiento pedófilo de un acusado era condicionado por la presencia de un cordoma clival que afectaba las estructuras cerebrales que controlan el comportamiento sexual³⁶.

LIMITACIONES DE LA NEUROIMAGEN

En la mayoría de los casos, las anomalías estructurales identificadas por estudios de neuroimagen no son suficientes para sustentar las actitudes criminales. La mayoría de las funciones aplicativas no están habilitadas por regiones específicas del cerebro, sino por redes neuronales distribuidas que engloban múltiples regiones con una interacción intrínseca entre ellas. Basado en esto se infiere que las redundancias del cerebro y su propia neuroplasticidad compensen estas disfunciones regionales y de cierto modo mantengan las capacidades cognitivas y volitivas suficientes para el control del comportamiento³⁷.

A menos que la anomalía anatómica sea lo suficientemente grande para desplazar o afectar el funcionamiento de una área significativa del tejido cerebral que regule las funciones cognitivas, afectivas, volitivas o motoras, no es posible establecer objetivamente si el individuo tenía o no control de su comportamiento al momento de un hecho criminal, entendiéndose que la correlación anatómico-funcional no es una causa comprobable en este momento que afirme que una anomalía cerebral específica haya afectado las capacidades mentales de un individuo a tal grado de perder la capacidad de actuar de acuerdo al estado de derecho.

Uno de los retos que enfrentan las neurociencias en la utilización de la neuroimagen en el ámbito penal, es que las imágenes avanzadas puedan crear nuevas perspectivas a la hora de explicar al jurado cómo las anomalías cerebrales en determinadas regiones neuronales pueden influir en la capacidad de una persona para razonar o inhibir impulsos, y establecer una relación causal sobre los actos delictivos. Los estudios de neuroimagen si bien pueden evaluar el control cognitivo o volitivo de las acciones cuando las pruebas del comportamiento son ambiguas o no concluyentes³⁸, no son capaces de remplazar al comportamiento como estándar para evaluar la regulación y la responsabilidad en el derecho penal, siendo que la neuroimagen avanzada sería un complemento al marco psicológico, mejorando las prácticas legales pero no como un método infalible o inapelable que fundamente a todos los comportamiento criminales.

NEUROÉTICA

Todo avance científico confiere un debate sobre su utilidad, así como de su apego a los usos y costumbres de cada país y época, hablando específicamente sobre las neurociencias cuyos avances tienen implicaciones directas en el ámbito jurídico, ya que actualmente son fuente de un debate secular donde por una parte está la naturaleza del libre albedrío y por otra la posibilidad de ofrecer pruebas que sustenten al actuar criminal después o antes de cometer dichos actos, y en consecuencia dichas implementaciones tienen importantes consecuencias éticas.

Un punto importante del enfoque ético sobre las neurociencias es el debate sobre el dualismo-determinación, debido a que la neurociencia no ha podido explicar los mecanismos integrados mando y respuesta neuronales³⁹, y hasta que esto no pueda ser explicado y comprobado no se justifica relegar la explicación dualista actual, en donde el cerebro biológico está separado del ámbito metafísico, la mente.

Otra corriente filosófica considera que el determinismo no elimina el concepto de libre albedrío, aún a pesar de que los estudios neurocientíficos comprobasen el funcionamiento específico neurobiológico de la conducta humana. El compatibilismo establece que el libre albedrío puede coexistir con el determinismo, asentando que el libre albedrío solo se pierde cuando un individuo es coaccionado a actuar por otra persona. Concluyendo así que las acciones humanas son libres a pesar de estar predeterminadas, descartando así la influencia de las leyes naturales sobre la conducta humana⁴⁰.

La utilización de las pruebas basadas en neurociencias y más particularmente su veracidad, siguen siendo un problema y tendrían que implementarse otros mecanismos y herramientas que sustenten y avalen los resultados obtenidos, dado que aun considerando que la conducta humana fuese un acto predeterminado, varios factores como ya se comente previamente, influyen de manera importante al momento de tomar decisiones, todo esto ha llevado a diversos tribunales a limitar el uso de las pruebas neurocientíficas, ya que las consideran una amenaza en el labor del jurado al momento de determinar la veracidad de un juicio⁴¹; por lo cual estas pruebas deberán ser consideradas como un elemento más a evaluar por el jurado y no como un argumento irrefutable que descifre la mente del acusado.

Si consideramos la intervención de las neurociencias en el sistema penal, es importante considerar la posibilidad inherente de intentar controlar el comportamiento bajo el precepto de “readaptación neurobiológica”. Se ha argumentado que los individuos, aun los que cometen actos delictivos, tienen derecho a una integridad mental, cuyo derecho puede ser violentado cuando son coaccionados a someterse a intervenciones neurológicas que impacten en sus capacidades cognitivas, afectivas y motivacionales⁴².

El conocimiento sobre las condicionantes biológicas y sociales en las actitudes y mecanismos delictivos y/o criminales está aumentando exponencialmente, lamentablemente la investigación o ensayos sobre el tratamiento y el abordaje integral con apego ético sobre los delincuentes es mucho menor. Si deseamos que el sistema penal se pueda beneficiar de los avances científicos antes descritos es de suma importancia coadyuvar estos medios de investigación con un estricto apego a la normativa bioética y jurídica para evitar

caer en un totalitarismo científico como ha ocurrido muchas veces a lo largo del tiempo, sin perder de vista el valor inherente de los derechos humanos y la integridad mental de los individuos en cuestión.

CONCLUSIONES

Las neurociencias forenses revelan que el ámbito neuronal se ha convertido en un aspecto fundamental para el derecho penal, poniendo en escena la compleja red de conexiones existentes entre las neurociencias y el derecho. Igualmente, importantes es una comprensión realista que la ley asigna a las neurociencias, así como a la infraestructura social que actualmente abarca al derecho y las ciencias auxiliares.

Estamos en un punto crucial para entender la evolución de las neurociencias forenses, dado que la relación entre el cerebro y el derecho comenzó mucho antes del auge de la neurociencia moderna, enfocándonos no sólo en una guía parcial para los próximos desarrollos de la neurociencia forense, sino como un enfoque integral para generar herramientas que ayuden a entender el comportamiento criminal, pero no desde el punto de vista punitivo, sino una trinchera distinta: la prevención y la rehabilitación neurológica y social.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bush, G.W. Presidential Proclamation 6158, July 17, 1990. Disponible en <https://www.loc.gov/loc/brain/proclaim.html>.
2. Straube B, Lueken U, Jansen A, Konrad C, Gloster A., Gerlach A., et al. Neural correlates of procedural variants in cognitive-behavioral therapy: A randomized, controlled multicenter fMRI study. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 2014;83:222-233.
3. Ortega-Escobar MÁ, Alcázar-Córcoles. Neurobiología de la agresión y violencia. *Anuario de Psicología Jurídica*. 2016;26: 60–69.
4. Taylor J, Sherrod HJ, Anderson ET. Neuropsychologists and neurolawyers. *Neuropsychology*, 1991;5(4):293-305
5. Spranger, TM. *International neurolaw: a comparative analysis*. Springer Science & Business Media, 2012.
6. Capó M, Nadal M, Ramos C, Fernández A. Cella Conde CJ. Neuroética, derecho y neurociencia. *Ludus Vitalis*, 2004;14 (25):166-176.
7. Buchanan A. *Psychiatric aspects of justificación, excuse and mitigation*. London:Jessica Kingsley, 2000.
8. Kalis A, Mojzisch A, Schweizer TS, Kaiser S. Weakness of will, akrasia, and the neuropsychiatric of decision making; An interdisciplinary perspective. *Cognitive, affective, & Behavioral Neuroscience*, 2008;8(4):402-417.
9. Kalis A. *Failures of agency*. Utrecht: Utrecht University Press. 2009.
10. Meynen G. Should or should not forensic psychiatrist think about free will? *Medicine, Health Care, and Philosophy*, 2009;12:203-212.

11. Bechara A. Decision-making, impulse control and loss of willpower to resist drugs: A neurocognitive perspective. *Nature Neuroscience*, 2005;8:1458–1463.
12. M'Naghten's Case, 10 Cl. & Fin. 200, 8 Eng. Rep. 718 (H.L. 1843).
13. Valzelli, L. *Psicobiología de la agresión y la violencia*. Madrid: Alhambra. 1983.
14. Archer J. The nature of human aggression. *International Journal of Law and Psychiatry*, 2009;32(4):202-208.
15. Daly M, Wilson M. Evolutionary psychology of lethal interpersonal violence. In *International handbook of violence research*, Springer, Dordrecht., 2003:569-588).
16. Alcázar MA. *Patrones de conducta y personalidad antisocial en adolescentes. La perspectiva biopsicosociocultural: El Salvador México y España*. Berlín: Editorial Académica Española. 2012.
17. Vassos E, Collier DA, Fazel S. Systematic meta-analyses and field synopsis of genetic association studies of violence and aggression. *Molecular Psychiatry*, 2014;19:471–477,
18. Gronde T, Kempes M, van El C, Rinne T, Pieters T. Neurobiological correlates in forensic assessment: A systematic review. *Plos One*, 2014; 9(10).
19. Stahl SM. Deconstructing violence as a medical syndrome: mapping psychotic, impulsive, and predatory subtypes to malfunctioning brain circuits. *CNS Spectrums*, 2014;19:357–365,
20. Tateno A, Jorge RE, Robinson RG. Clinical correlates of aggressive behavior after traumatic brain injury. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 2003;15:155–160.
21. Silver JM, Yudofsky SC. *Aggressive disorders*. In: *Neuropsychiatry of traumatic brain injury*. Washington, DC: American Psychiatric, 2013:313–353.
22. Forbes CE, Grafman J. The role of the human prefrontal cortex in social cognition and moral judgment. *Annu Rev Neurosci*, 2010;33:299–324.
23. Yang Y, Raine A. Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: a meta- analysis. *Psychiatry Res*, 2009;174:81– 88.
24. Woermann FG, van Elst LT, Koepp MJ, Free SL, Thompson PJ, Trimble MR, Duncan JS. Reduction of frontal neocortical grey matter associated with affective aggression in patients with temporal lobe epilepsy: an objective voxel by voxel analysis of automatically segmented MRI. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000;68:162–169.
25. Grafman J, Schwab K, Warden D, Pridgen A, Brown HR, Salazar AM. Frontal lobe injuries, violence, and aggression: a report of the Vietnam Head Injury Study. *Neurology*, 1996;46:1231–1238.
26. Zahn R, Moll J, Krueger F, Huey ED, Garrido G, Grafman J. Social concepts are represented in the superior anterior temporal cortex. *Proc Natl Acad Sci, U S A*, 1994;104:6430 – 6435.
27. McEllistrem JE. Affective and predatory violence: A bimodal classification system of human aggression and violence. *Aggression and Violent Behavior*, 2004;10, 1–30,
28. Haller J. *Neurobiological Bases of Abnormal Aggression and Violent Behaviour*. Berlin: Springer, 2014.
29. Sano K, Mayanagi Y, Sekino H, Ogashiwa M, Ishijima B. Results of stimulation and destruction of the posterior hypothalamus in man. *Journal of Neurosurgery*, 1970;33, 689–707.
30. Blair RJR. Psychopathy: Cognitive and neural dysfunction. *Dialogues Clinical Neuroscience*, 2013;15:181–190.

31. Barbas H, Zikopoulos B, Timbie C. Sensory pathways and emotional context for action in primate prefrontal cortex. *Biological Psychiatry*, 2000;69:1133–1139,
32. Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen C. *El Sistema Nervioso Central Humano*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009.
33. Gopal A, Clark E, Allgair A, D’Amato C, Furman M., Gansler DA, et al. Dorsal/ventral parcellation of the amygdala: Relevance to impulsivity and aggression. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 2013;211:24–30,
34. Gkotsi GM, Gasser J. Neuroscience in forensic psychiatry: From responsibility to dangerousness. *International Journal of Law and Psychiatry*, 2016;46:58–67
35. Witzel J. Implications of neuroimaging for dangerousness assessment. In J. R. Simpson (Ed.), *Neuroimaging in forensic psychiatry: From the clinic to the courtroom*, Chichester, West Sussex, England: Wiley-Blackwell.2012:195–200.
36. Gkotsi GM, Gasser J, Moulin V. Neuroimaging in criminal trials and the role of psychiatrists expert witnesses: A case study. *International journal of law and psychiatry*, 2019;65:101359.
37. Glannon W. The limitations and potential of neuroimaging in the criminal law. *The Journal of Ethics*, 2014;18(2):153-170.
38. Roskies A, Morse S. Neuroscience and the law: looking forward. In Morse and Roskies, 2013:240–256.
39. Morse SJ. Moral and legal responsibility and the new neuroscience. In: Iles J, editor. *Neuroethics*. Oxford: Oxford University Press; 2006:33-50.
40. Naylor M, Wood M, Savulescu J. Neuroscience, Neuroethics and the Law.
41. Greely HT. The social effects of advances in neuroscience: legal problems, legal perspectives. In: Iles J, editor. *Neuroethics*. Oxford: Oxford University Press; 2008:33-50.
42. Bublitz JC, Merkel R. Crimes against minds: On mental manipulations, harms, and a human right to mental self-determination. *Criminal Law and Philosophy*, 2014;8:51–77.



Attribution (BY-NC) - (BY) You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggest the licensor endorses you or your use. (NC) You may not use the material for commercial purposes.